

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
Інженерно-хімічний факультет
Кафедра екології та технології рослинних полімерів**

«На правах рукопису»
УДК 628.16.08

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
_____ М.Д. Гомеля
«__» _____ 20__ р.

**Магістерська дисертація
на здобуття ступеня магістра
зі спеціальності 101 Екологія**

**на тему: «Дослідження бактерицидних властивостей наночастинок Ag
та Cu»**

Виконала:
студентка VI курсу, групи ЛЕ-81мп
Стус Ганна Миколаївна

Керівник:
д. т. н., професор Шаблій Т.О.

Консультант:

Рецензент:
доц. кафедри махнв, к.т.н Гулієнко С.В.

Засвідчую, що у цій магістерській
дисертації немає запозичень з праць
інших авторів без відповідних
посилань.
Студентка _____

Київ – 2019 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Інженерно-хімічний факультет

Кафедра екології та технології рослинних полімерів

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою

Спеціальність – 101 «Екологія»

Освітня програма - «Екологічна безпека»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ М. Д. Гомеля

«__» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ
на магістерську дисертацію студенту

Стус Ганна Миколаївна

1. Тема дисертації **«Дослідження бактерицидних властивостей наночастинок Ag та Cu»**, науковий керівник дисертації Шаблій Тетяна Олександрівна д.т.н., професор, затверджені наказом по університету від «__» _____ 20__ р. № _____
2. Термін подання студентом дисертації 11.12.2019 р.
3. **Об'єкт дослідження:** створення бактерицидних матеріалів на основі модельних розчинів нітрату срібла в діапазоні концентрацій 0,0001-0,1 моль/дм³ та модельних розчинів сульфату міді в діапазоні концентрацій 0,0001-0,1 моль/дм³, суспензія тестових грамнегативних мікроорганізмів - colli bacillus (E. coli), P. aeruginosa і грампозитивних мікроорганізмів - Staphylococcus aureus (S. aureus).
4. **Предмет дослідження:** стабілізація біметалічних наночастинок срібла та міді на бавовняному матеріалі, бактерицидні властивості біметалічних наночастинок срібла та міді.

5. Перелік завдань, які потрібно розробити: вивчити бактерицидні властивості наночастинок срібла та міді, визначити метод синтезу наночастинок срібла та міді, дослідити процес стабілізації наночастинок на бавовняному матеріалі.

6. Орієнтовний перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: 12 слайдів

7. Орієнтовний перелік публікацій :

1. Stus H.M., Petrik I.S Bactericidal Cotton Fabrics Modified By Silver and Copper Nanoparticles// Збірник тез доповідей XIII Міжнародної конференції молодих науковців: «Біологія від молекули до біосфери» (27 – 29 листопада 2019 м. Харків, Україна). – С.195-197
2. Стус Г.М. Дослідження бактерицидних властивостей наночастинок срібла та міді// Збірник тез доповідей XIII Міжнародної наукової конференції: «Сьогодення біологічної науки» (15– 16 листопада 2019 м. Суми, Україна). – С.237-239

8. Консультанти розділів дисертації*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

9. Дата видачі завдання 02.09.2019 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Аналіз джерел літератури по темі магістерської дисертації та компонування літературного розділу.	02.09.2019-30.10.2019	
2	Ознайомлення з необхідною інформацією про бактерицидні властивості наночастинок срібла та міді.	09.09.2019-16.09.2019	
3	Приготування матеріалу, модифікованого біметалічними наночастинками Ag/Cu	20.09.2019-27.09.2019	
4	Визначення сполук на бавовняному матеріалі. Вимірювання електричного опору модифікованих тканин. Вимірювання вмісту металу в тканинах методом полум'яної атомно-абсорбційної спектроскопії	30.09.2019-07.10.2019	
5	Вимірювання спектру дифузійного відображення	14.10.2019-25.10.2019	
6	Визначення бактерицидних властивостей зразків за допомогою сканувального електронного мікроскопа	28.10.2019-15.11.2019	
7	Опрацювання і узагальнення отриманих результатів.	18.11.2019-25.11.2019	
8	Оформлення результатів магістерської дисертації.	26.11.2019-10.12.2019	
9	Представлення роботи до захисту.	11.12.2019	

Студент

Г.М. Стус

Науковий керівник дисертації

Т.О. Шаблій

АНОТАЦІЯ

Магістерська робота: 79 с., 6 рис., 12 табл., 46 джерел.

Мета роботи: вивчення бактерицидних властивостей срібла та міді, дослідження способів синтезу наночастинок та їх стабілізації на тканинах з отримання бактерицидних матеріалів.

Об'єкти дослідження: створення бактерицидних матеріалів на основі модельних розчинів нітрату срібла в діапазоні концентрацій 0,0001-0,1 моль/дм³ та модельних розчинів сульфату міді в діапазоні концентрацій 0,0001-0,1 моль/дм³, суспензія тестових грамнегативних мікроорганізмів - *colli bacillus* (*E. coli*), *P. aeruginosa* і грампозитивних мікроорганізмів - *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*).

Предмет дослідження: стабілізація біметалічних наночастинок срібла та міді на бавовняному матеріалі, бактерицидні властивості біметалічних наночастинок срібла та міді.

Проведено аналітичний огляд літератури щодо основних особливостей наночастинок срібла та міді, їх бактерицидна ефективність. Данні, одержані на основі лабораторних досліджень хімічних взаємодій наночастинок з бавовняним зразками, можуть бути використані для створення бактерицидних матеріалів спрямованої дії в медицині, біотехнології, екології з використанням доступної дешевої сировини та процесів виробництва.

Ключові слова:

БАКТЕРИЦИДНА БАВОВНА, СРІБЛО, МІДЬ НАНОЧАСТИНКИ, ЕЛЕКТРИЧНИЙ ОПІР, *ESCHERICHIA COLI*, *PSEUDOMONAS AERUGINOSA*, *STAPHYLOCOCCUS AUREUS*

АННОТАЦИЯ

Магистерская работа: 79 с., 6 рис., 12 табл., 46 источников.

Цель работы: изучение бактерицидных свойств серебра и меди, исследования способов синтеза наночастиц и их стабилизации на тканях с получением бактерицидных материалов.

Объекты исследования: создание бактерицидных материалов на основе модельных растворов нитрата серебра в диапазоне концентраций 0,0001-0,1 моль/дм³ и модельных растворов сульфата меди в диапазоне концентраций 0,0001-0,1 моль/дм³, суспензия тестовых грамотрицательных микроорганизмов - *colli bacillus* (*E. coli*), *P. aerogin* и грамположительных микроорганизмов - *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*).

Предмет исследования: стабилизация биметаллических наночастиц серебра и меди на хлопковом материале, бактерицидные свойства биметаллических наночастиц серебра и меди.

Проведен аналитический обзор литературы по основным особенностям наночастиц серебра и меди, их бактерицидная эффективность.

Данные, полученные на основе лабораторных исследований химических взаимодействий наночастиц с хлопковым образцами, могут быть использованы для создания бактерицидных материалов направленного действия в медицине, биотехнологии, экологии с использованием доступной дешевого сырья и процессов производства.

Ключевые слова:

БАКТЕРИЦИДНЫЙ ХЛОПОК, СЕРЕБРО, МЕДЬ
НАНОЧАСТИЦЫ, ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ,
ESCHERICHIA COLI, PSEUDOMONAS AERUGINOSA,
STAPHYLOCOCCUS AUREUS

SUMMARY

Master's work: 79 pages, 6 pictures, 12 tables, 46 sources.

The object of the study is the stabilization of the bactericidal properties of Ag and Cu nanoparticles applied on cotton materials.

Objects of study: creation of bactericidal materials based on model solutions of silver nitrate in the concentration range of 0.0001-0.1 mol / dm³ and model solutions of copper sulfate in the concentration range of 0.0001-0.1 mol / dm³, suspension of test gram-negative microorganisms - *Escherichia coli* (E. coli), *Pseudomonas aeruginosa* and gram-positive microorganisms - *Staphylococcus aureus* (S. aureus).

Subject of study: Stabilization of bimetallic silver and copper nanoparticles on cotton material, bactericidal properties of bimetallic silver and copper nanoparticles.

An analytical review of the literature on the main features of silver and copper nanoparticles, their effectiveness, relevance and demand.

The data obtained on the basis of laboratory studies of the chemical interactions of nanoparticles with cotton samples can be used to create bactericidal materials of directional action in medicine, biotechnology, and ecology using available cheap raw materials and production processes.

Keywords:

BACTERICIDAL COTTON, SILVER, COPPER, NANOPARTICLES, ELECTRICAL RESISTANCE, *ESCHERICHIA COLI*, *PSEUDOMONAS AERUGINOSA*, *STAPHYLOCOCCUS AUREUS*

ЗМІСТ

ВСТУП	11
РОЗДІЛ 1.....	14
Дослідження бактерицидних властивостей наночастинок срібла та міді...	14
1.1 Срібло - властивості, класифікація, наночастинки срібла.....	14
1.2 Мідь - його структура та властивості.....	18
1.3 Наночастинки. Властивості і синтез.....	19
1.4 Бактерицидні матеріали.....	24
Висновки до розділу 1.....	25
РОЗДІЛ 2.....	26
Об'єкти та методи досліджень.....	26
2.1 Мета та об'єкти досліджень.....	26
2.2 Матеріали, реактиви, обладнання.....	26
2.2.1 Реактиви.....	26
2.2.2 Обладнання.....	26
2.3 Приготування матеріалу, модифікованого біметалічними наночастинами срібла та міді.....	27
2.4 Визначення сполук на бавовняному матеріалі.....	28
2.4.1 Вимірювання електричного опору модифікованих тканин.....	29
2.4.2 Вимірювання вмісту металу в тканинах методом полум'яної атомно-адсорбційної спектроскопії.....	29
2.4.3 Вимірювання спектру дифузійного відображення.....	31
2.5 Визначення бактерицидних властивостей зразків за допомогою сканувального електронного мікроскопа.....	32
РОЗДІЛ 3.....	34
ОБГОВОРЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ.....	34
3.1 Зміна спектрів дифузного відображення в залежності від складу розчину, яким просочувались зразки.....	34

3.2 Зміна електричного опору модифікованих тканин, в залежності від розчинів якими були змочені зразки.....	38
3.3 Зміна антибактеріальних властивостей в залежності від різного складу розчинів для просочування зразків.....	40
Вичновки до розділу 3.....	43
РОЗДІЛ 4.....	44
СТАРТАП-ПРОЕКТ.....	44
4.1 Опис ідеї стартап-проекту.....	44
4.2 Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту.....	45
4.3 Технологічна здійсненість ідеї проекту.....	46
4.4 Характеристика потенційних клієнтів.....	48
4.5 Фактори загроз.....	49
4.6 Фактори можливостей.....	49
4.7 Ступеневий аналіз конкуренції на ринку.....	50
4.8 Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером.....	51
4.9 Обґрунтування факторів конкурентноспроможності.....	52
4.10 Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін.....	52
4.11 SWOT-аналіз стартап-проекту.....	53
4.12 Вибір цільових груп потенційних споживачів.....	54
4.13 Визначення базової стратегії розвитку.....	55
4.14 Визначення базової стратегії конкурентної поведінки.....	55
4.15 Визначення стратегії позиціонування.....	56
4.16 Визначення ключових переваг концепції потенційного товару.....	56
4.17 Опис трьох рівнів моделі товару.....	57
4.18 Визначення меж встановлення ціни.....	58
4.19 Формування системи збуту.....	58
4.20 Концепція маркетингових комунікацій.....	59
Висновки до розділу 4.....	60
ВИСНОВКИ	61

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	62
ДОДАТОК А.....	67
ДОДАТОК Б.....	73

ВСТУП

Кожного року більшої актуальності набуває проблема виникнення і розповсюдження стійкості до антибіотиків значної кількості мікроорганізмів. Незважаючи на швидкий прогрес у створенні лікарських препаратів і розвитку фармацевтичних технологій, інфекційні захворювання, викликані бактеріями, продовжують залишатися однією з найбільших проблем охорони здоров'я в усьому світі, вражаючи мільйони людей щорічно.

Але якщо у сфері охорони здоров'я вже давно розглядається актуальність питання антибіотикорезистентності, то що стосується охорони навколишнього середовища лише в останні роки почала приділятися увага більш детальному вивченню і дослідженню стійкості мікроорганізмів до антибіотиків. В даний час велика увага приділяється питанням виникнення і розповсюдження стійкості до антибіотиків у місцях проживання, асоційованих з сільськогосподарською або промисловою діяльністю людини, зважаючи на багато практично важливих аспектів цієї проблеми, включаючи і безпеку харчових продуктів. У різних країнах проводяться широке дослідження, присвячене виявленню стійкості до антибіотиків в організмі сільськогосподарських тварин і птахів, а також і в продуктах харчування, одержуваних на сільськогосподарських фермах, де використовуються антибіотики. Також багаторазово відзначений зв'язок між застосуванням антибіотиків для лікування сільськогосподарських тварин і птахів або поліпшення їх кондицій і виявленням стійких мікроорганізмів в організмі тварин і птахів, і в харчовій продукції.

Застосування антибіотиків в сільському господарстві змінює склад і функціональні властивості мікрофлори в природних місцях проживання

(грунт, підземні води) в сторону збільшення антибіотикорезистентності мікробного співтовариства.

Майже всі мікроорганізми здатні протистояти фармакотерапевтичним втручанням завдяки швидкій еволюції генетичних механізмів, що веде до формування резистентності та викликає необхідність перегляду стратегії й тактики застосування антибіотиків.

На сучасному етапі змінилися вимоги не тільки до антибіотиків, а й до антисептичних препаратів, які мають бути потужними, тривало діючими, активними проти резистентних штамів мікроорганізмів і при цьому не порушувати мікробіоценоз шкіри, особливо стабільність резидентної популяції мікробів.

Нові нетрадиційні рішення потрібні для подолання таких проблем. У цьому зв'язку інтерес викликають розробки на основі нанотехнологій. Як відомо, фізико-хімічні та біологічні властивості наночастинок відрізняються від їхніх макроаналогів за рахунок збільшення хімічного потенціалу, великої питомої поверхні та, як наслідок, високої проникаючої здатності та адсорбційної активності. Така модифікація властивостей забезпечує високий ушкоджуючий ефект НЧ тих речовин, які в звичайному стані мають антимікробну активність, причому виразність протимікробних ефектів залежить від технології синтезу частинок, їхнього розміру, хімічної природи покриття, стабільності отриманих систем, виду мікроорганізму тощо.

Серед перспективних засобів на ринку нових протимікробних агентів, пов'язаних із нанотехнологіями, одну з перших позицій посідають НЧ срібла, які мають широкий діапазон антибактеріальної, противірусної та протипаразитарної активності за досить рентабельних процесів синтезу. Наносрібло інтенсивно вивчається в усьому світі, тим не менш, багато важливих питань щодо цих НЧ залишаються відкритими. До них належать молекулярні механізми, що регулюють взаємодію з мікробною клітиною,

фізико-хімічні параметри, які лежать в основі їхньої токсичності для прокаріотів, відсутність стандартизованих методів і матеріалів для промислового одержання, а також невизначеність у загальній стратегії розвитку та застосування антибактеріальних препаратів на основі НЧ срібла.

Тому метою даної роботи було вивчення бактерицидних властивостей срібла та міді, дослідження способів синтезу наночастинок та розробка ефективної технології стабілізації наночастинок срібла і міді з отримання при цьому бактерицидних матеріалів.

Для досягнення даної мети необхідно вирішити такі наукові задачі:

- вивчити бактерицидні властивості срібла та міді;
- визначити метод синтезу наночастинок срібла та міді;
- дослідити процес стабілізації наночастинок на бавовняному матеріалі.

У цій роботі ми аналізуємо експериментальні дані щодо одержання антибактеріальних і протигрибкових ефектів НЧ срібла з метою визначення, принаймні частково, їхнього місця серед інших препаратів срібла та перспективності розвитку цих частинок як антисептичних засобів майбутнього.

РОЗДІЛ 1

ДОСЛІДЖЕННЯ БАКТЕРИЦИДНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ СРІБЛА ТА МІДІ

1.1 Срібло – властивості, класифікація, наночастинки срібла

Срібло — блискучий, пластичний метал із найкращою із всіх природних речовин електропровідністю. Завдяки своїм інертним властивостям, стійкості до корозії та легкості плавлення, срібло з древніх часів широко використовувалося для карбування грошей.

Каталітичні властивості срібла роблять його ідеальним каталізатором в реакціях окиснення, наприклад при виробництві формальдегіду з метанолу. Срібло є на сьогодні, мабуть, єдиним каталізатором, що може перетворювати етилен в оксид етилену, який потім гідролізують в гліколь, що використовується при виробництві поліестеру.

Масова частка срібла 0,000001% в земній корі. Срібло — м'який метал, має біле забарвлення, температура плавлення становить 962 С, а густина складає 10,5 г/см³. Срібло - малоактивний метал, внаслідок хімічної стійкості його відносять до благородних металів, стійкий проти корозії нечутливий до кисню. Срібло близьке за своїми властивостями до золота та міді; на повітрі не змінюється, має велику ковкість.

Фізичні та хімічні властивості срібла пояснюються його електронною структурою із повністю заповненою d-оболонкою і єдиним електроном на s-оболонці. Завдяки цьому єдиному електрону срібло одновалентне, в металі цей електрон легко відривається від іонного кора атома й колективізується, утворюючи електронний газ: (Рис. 1.1.).

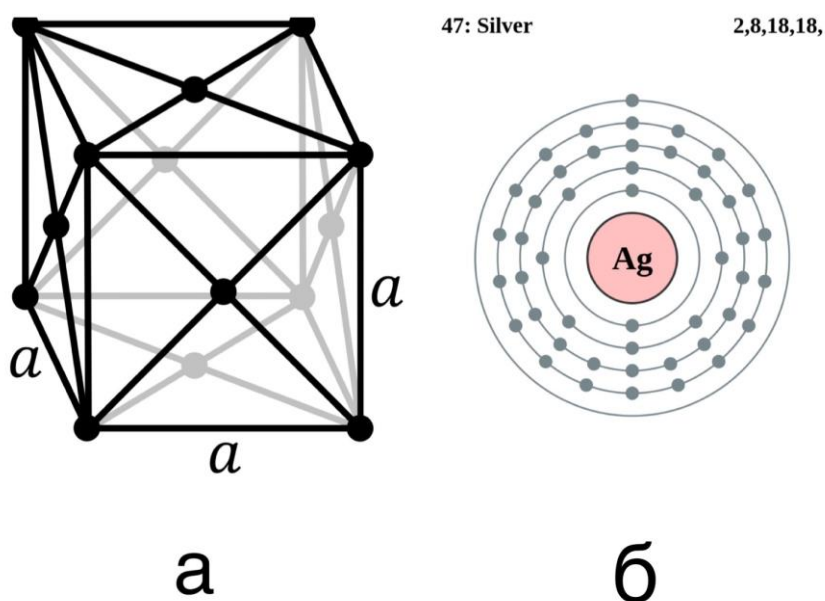


Рисунок 1.1 – Будова атома срібла: а – кристалічна решітка — гранецентрована кубічна; б – електронна структура.

Срібло розчиняється лише у таких кислотах, які є сильними окисниками (азотна кислота, гаряча концентрована сірчана кислота та ін.). У своїх сполуках срібло, як правило, одновалентне. При нагріванні взаємодіє із сіркою. При дії лугів на солі срібла, утворюється гідрат закису, який легко відщипляє воду, даючи оксид срібла Ag_2O . Велике практичне значення мають галоїдні сполуки срібла. Під дією світла вони розпадаються, виділяючи металеве срібло; на цьому явищі ґрунтується фотографічний процес. При дії аміаку на нерозчинні солі срібла утворюються розчинні у воді комплексні сполуки.

Іони срібла та його сполуки токсичні для деяких бактерій, вірусів, водоростей та грибів, що типово для важких металів, таких як ртуть та свинець, однак для срібла не характерна токсичність для людського організму, яка зазвичай асоціюється з цими важкими металами. Срібло вбиває численні мікроби *in vitro*[1].

Розглядаючи протимікробні властивості наносрібла, необхідно насамперед встановити, яким чином вони залежать від способу одержання та фізико-хімічних характеристик НЧ. Срібні НЧ мають розміри менші за 100 нм і містять 20–15 000 атомів срібла. Їх одержують різними методами, але найкращий метод для подальшого медичного застосування заснований на короткому електричному розряді між двома срібними електродами в деіонізованій воді. Досліджуючи дію НЧ срібла, одержаних електролітичним шляхом, спостерігали більшу бактерицидну дію на грамнегативні бактерії, причому вплив на *E. coli* таких частинок був сильніший, ніж НЧ срібла, одержаних шляхом позаклітинного синтезу з сухим листям *Pongamia pinnata*.

Ефект знищення бактерій препаратами срібла надзвичайно великий. Він в 1750 разів сильніше дії тієї ж концентрації карболової кислоти і в 3,5 рази сильніше дії сулеми. Вже при концентрації 0,1 мг / л срібло має виражену фунгіцидну дію. Дія розчинів срібла при однакових концентраціях вище дії хлору, хлорного вапна, гіпохлориду натрію та інших сильних окислювачів. Розчини срібла є найефективнішим засобом при безпосередньому зіткненні з поверхнями, гнійними і запаленими внаслідок бактеріального зараження[2].

Срібло володіє більш потужним антимікробним ефектом, ніж пеніцилін, біоміцин та інші антибіотики, і надає згубну дію на антибіотикостійкі штами бактерій. На золотистий стафілокок, вульгарний протей, синьогнійну і кишкову палички, що представляють особливий інтерес для клініцистів, іони срібла мають різну протимікробну дію - від бактерицидної (здатність вбивати мікроби) до бактериостатичної (здатність перешкоджати розмноженню мікробів). Відносно золотистого стафілокока і більшості коків воно іноді значно перевершує по своїй виразності дію антибіотиків. Серед численних теорій, що пояснюють механізм дії срібла на мікроорганізми, найбільш поширеною є адсорбційна

теорія, згідно з якою клітина втрачає життєздатність в результаті взаємодії електростатичних сил, що виникають між клітинами бактерій, що мають негативний заряд, і позитивно зарядженими іонами срібла при адсорбції останніх бактеріальною клітиною[3]. У загальних рисах механізм боротьби срібла з одноклітинними (бактеріями) і безклітинними мікроорганізмами (вірусами) представляє наступне: срібло реагує з клітинною мембраною бактерії, яка є структурою з особливих білків (пептидогліканов), з'єднаних амінокислотами для забезпечення механічної міцності і стабільності. Срібло взаємодіє з зовнішніми пептидогліканами, блокуючи їх здатність передавати кисень всередину клітини бактерії, що призводить до «задухи» мікроорганізму і його загибелі.

Дія срібла специфічно не по інфекції (як у антибіотиків), а по клітинній структурі. Будь-яка клітина без хімічно стійкої стінки (таку клітинну будову мають бактерії та інші організми без клітинної стінки, наприклад, позаклітинні віруси) піддається впливу срібла. Оскільки клітини ссавців мають мембрану абсолютно іншого типу (що не містить пептидогліканів), срібло ніяким чином не діє на них[4].

Таким чином, механізм дії срібла на мікробну клітину полягає в тому, що іони срібла сорбуються клітинною оболонкою, яка виконує захисну функцію. Клітина залишається життєздатною, але при цьому порушуються деякі її функції, наприклад розподіл (бактеріостатичний ефект). Як тільки на поверхні мікробної клітини сорбується срібло, воно проникає всередину клітини і пригнічує ферменти дихального ланцюга, а також роз'єднує процеси окислення і окисного фосфорилування в мікробних клітинах, в результаті чого клітина гине.

1.2 Мідь. Її структура та властивості

Мідь - це пластичний ковкий перехідний метал червонувато-золотистого кольору (рожевий за відсутності оксидної плівки), добрий провідник тепла і електрики.

Хімічно малоактивна, але на повітрі завжди вкрита шаром оксидів або основного карбонату. Взаємодіє з галогенами, сіркою, селеном, утворює комплексні сполуки з ціанідами і ін. Солі одновалентної міді у воді або нерозчинні, або якщо не стабілізуються комплексоутворенням диспропорціонують.

Мідь отримують з мідних, мідно-молібденових, мідно-нікелевих і поліметалічних руд. Заводи випускають чорнову (99 %), рафіновану вогневим (99,6 % Cu) і електролітичним (99,95 % Cu) методами мідь.

Мідь — малоактивний метал, в електрохімічному ряду напруг вона стоїть правіше за водень. Вона не взаємодіє з водою, розчинами лугів, соляною і розведеною сірчаною кислотою. Проте в кислотах — сильних окислювачах (наприклад, у азотній і концентрованій сірчаній) — мідь розчиняється.

Чиста мідь має достатньо високу стійкість до корозії: продукти окиснення утворюють при звичайній температурі лише тонкий поверхневий шар. В сухому повітрі це оксиди міді (червоний Cu_2O непомітний, чорний CuO призводить до потемніння), у вологій атмосфері, що містить вуглекислий газ, мідь покривається зеленуватим нальотом основного карбонату міді.

В сполуках мідь може проявляти ступені окиснення +1, +2 і +3, з яких +2 — найбільш характерний і стійкий. Мідь(II) утворює стійкий оксид CuO і гідроксид $\text{Cu}(\text{OH})_2$. Цей гідроксид амфотерний, добре розчиняється у кислотах і в концентрованих лугах.

Солі міді (II) знайшли широке застосування в народному господарстві. Особливо важливим є мідний купорос — кристалогідрат сульфату міді(II) CuSO_4

Мідь важливий елемент для всіх рослин і тварин. Відомо понад 50 білків та ферментів, у яких знайдено мідь. В основному мідь міститься в крові в складі білків плазми, які називаються церулоплазмiнами. Поглинаючись у кишечнику мідь переноситься до печінки завдяки зв'язку із альбуміном. Мідь сприяє росту і розвитку, бере участь у кровотворенні, імунних реакціях. Мідь потрібна для перетворення заліза організму в гемоглобін. У крові більшості молюсків і членистоногих мідь використовується замість заліза для транспортування кисню[5].

Відзначено на основі досліджень, що сполуки міді в формі сульфату у певних дозах діють бактеростатично, протигрибково, антитоксично, у курчат стимулюють ріст, а у курей несучість і якість яєць, посилюють біотрансформацію білків корму в білки тіла, підвищують загальну резистентність організму сільськогосподарської птиці.

Наночастинки міді, як і НЧ Ag можуть бути використані як бактерициди та протипухлинні препарати.

1.3 Наночастинки. Властивості і синтез

Наночастинка — частинка речовини довільної форми з розмірами від 1 до 100 нм. У нанотехнології частинкою називають невеликий об'єкт, що поводить себе як єдине тіло стосовно своїх транспортних та фізичних властивостей. Наночастинки за цією класифікацією теж саме, що ультрадрiбнодисперсні частинки, дрібнодисперсні частинки мають розміри від 100 до 2500 нм, а крупні — від 2500 до 10 тис. нм. Дослідження наночастинок актуальні й інтенсивні завдяки численним потенційним застосуванням в медицині та фізиці, оптиці та електроніці.

Термін наночастинки зазвичай не застосовують до окремих молекул. Здебільшого наночастинка складається з неорганічної речовини[6].

Суспензії наночастинок можливі завдяки тому, що їхня поверхня достатньо сильно взаємодіє з розчинником, щоб подолати різницю в густинах, яка, інакше, призвела б або до опускання матеріалу на дно або спливання на поверхню.

Велика площа поверхні порівняно з об'ємом забезпечує значну дифузію наночастинок, особливо при підвищених температурах. Агрегація може відбуватися при нижчих температурах і швидше, ніж для більших частинок. Теоретично це не впливає на густину продукту, але виникають технологічні складнощі, пов'язані зі схильністю наночастинок утворювати скупчення. Наночастинки використовуються в деяких продуктах широкого вжитку, надаючи їм нових властивостей. Наприклад, наночастинки діоксиду титану створюють так званий ефект самоочищення, а завдяки малим розмірам їх власне не видно. Наночастинки оксиду цинку мають чудові властивості щодо захисту від ультрафіолетового випромінювання, тому їх часто використовують в лосьйонах від загару[7].

Наночастинки оксидів, уведені в полімерну матрицю, зміцнюють її, що призводить до утворення міцніших пластмас, що можна підтвердити збільшенням температури склування та різними механічними тестами. Твердість наночастинок частково передається полімеру. Наночастинки вводять також у текстильні волокна з метою створення привабливого й функціонального одягу.

Окрім металевих, діелектричних та напівпровідникових наночастинок, створюються також гібридні структури - наноболонки, напівпровідникові нанокристали типу ядро-оболонка. Такі нанорозмірні частинки використовуються в біомедичних застосуваннях як переносники ліків та агенти, що надають забарвлення.

Напівпровідникова наночастинка (квантова точка) сульфїду свинцю, повністю пасивована олеїною кислотою, олеаміном та гідроксилами (розмір ~5 нм).

Виготовляються напівтверді та м'які наночастинки. Прототипом напівтвердої наночастинки є ліпосома. Ліпосомні наночастинки різного роду використовуються клінічно як системи постачання антиракових ліків та вакцин. Наночастинки, що є наполовину гідрофільними, а наполовину гідрофобними називають наночастинками Януса. Вони ефективно стабілізують емульсії, можуть самозібратися на межі розділу вода/олія і діяти як тверді сурфактанти.

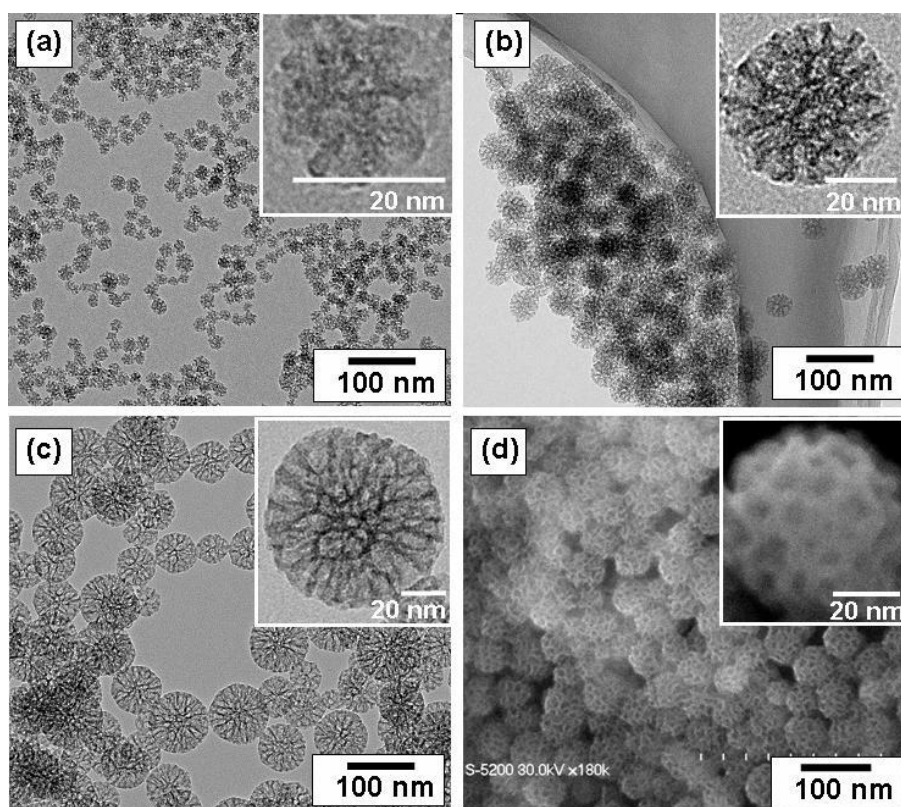


Рисунок 1.2 – Зображення (а, b та c) мезопористих наночастинок силіки (діоксиду силіцію) з середнім зовнішнім діаметром: (а) 20 нм, (b) 45 нм, (c) 80 нм, отримані методом електронної мікроскопії на просвічення. (d) - зображення, аналогічне (b), отримане скануючим тунельним мікроскопом. Вставки - мезопористі частинки при великому збільшенні.

Існують різні методи створення наночастинок, зокрема конденсація з газу, змелювання, преципітація, піроліз, гідротермальний синтез. У механічному способі макроскопічні або мікроскопічні частинки засипають у млинок із твердими кульками й сточують до бажаних розмірів. Отриманий порошок потім фільтрують, відбираючи з нього наночастинок. У піролізі прекурсор у газовій або рідкій формі вприскують під високим тиском у сопло й спалюють. Утворюється щось на зразок сажі, з якої наночастинок відбирають фільтруванням. Традиційно результатом піролізу часто є скупчення наночастинок. Щоб запобігти йому використовують надзвукові форсунки.

Гаряча плазма має достатньо енергії для випаровування частинок мікронних розмірів. Використовують плазму з температурою в околі 10000 К, здатну випарувати порошок. Наночастинок утворюються при охолодженні на виході з області плазми. Для отримання наночастинок використовуються в основному плазмові факели постійного струму, дугові, радіочастотні індукційні. В плазмових реакторах дугового типу енергію, необхідну для випаровування, отримують за рахунок дугового розряду, що утворюється між анодом та катодом. Наприклад, кремнезем у формі піску можна випарувати в дуговому розряді при атмосферному тиску, тонкі алюмінієві дротини - методом вибуху. Отриману суміш плазми та випарованого двооксиду силіцію можна швидко охолодити киснем, забезпечуючи якість утвореної силіки.

У радіочастотних індукційних факелах плазма отримує енергію від електромагнітного поля котушок. Плазма при цьому не контактує з електродами, що запобігає проблемі забруднення й дозволяє працювати з широким діапазоном газів: інерних, відновників, окиснювачів та інших їдких речовин. Робоча частота зазвичай лежить в межах від 200 кГц до 40 МГц. Лабораторні установки мають потужність 30-50 кВт, тоді як промислові - до 1 МВт. Час перебування крапельки речовини в плазмі

дуже короткий, тому необхідно подавати на вхід маленькі крапельки, щоб вони могли повністю випаруватися. Радіочастотний метод дозволив синтезувати наночастинки різних матеріалів, наприклад, керамічних: оксидів, карбідів та нітридів титану й силіцію.

Для формування наночастинок металів з низькою температурою плавлення часто використовується конденсація в інертному газі. Метал випаровують у вакуумі, а потім охолоджують струменем газу. Швидко охолоджений метал конденсується в крапельки нанометрових розмірів, струмінь газу захоплює їх. Потім їх можна осадити на підкладку або вивчати як є.

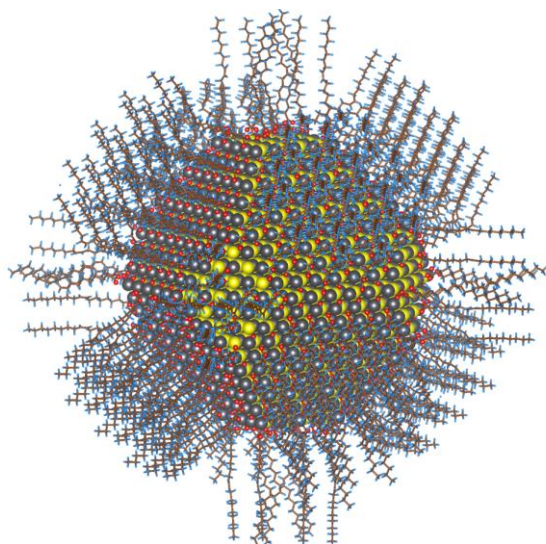


Рисунок 1.3 – Напівпровідникова наночастинка (квантова точка) сульфіду свинцю, повністю пасивована олеїною кислотою, олеаміном та гідроксилами (розмір ~5 нм)

Радіаційна хімія надає ще один спосіб синтезу наночастинок. Радіоліз, зумовлений гамма-променями може створити в розчині активні вільні радикали. Ця проста технологія використовує невелике число хімікатів, до яких входить вода, розчинна сіль металу, підбирач радикалів (часто вторинний спирт) та поверхнево-активна речовина. Необхідні високі дози гамма опромінення порядку 10^4 грей. В цьому процесі

відновлення радикалів залишає іони в стані з нульовою валентністю. Підбрирач взаємодіє переважно з радикалом-окиснювачем, запобігаючи повторному окисненню металу. У стані з нульовою валентністю атоми металу збираються в частинки. Поверхнево-активна речовина оточує частинку в процесі формування і регулює її ріст. Якщо молекул сурфактанта достатньо багато, вони залишаються з частинкою. Це запобігає дисоціації чи утворення кластерів з іншими частинками. Утворення наночастинок методом радіоліз дозволяє регулювати розмір та форму частинки через підбір концентрації прекурсорів та дози опромінення.

Іншим популярним методом отримання наночастинок є так званий сол-гель процес, в якому в розчині будується мережа полімерів, що містять потрібні утворення.

1.4 Бактерицидні матеріали

Бактерицидні матеріали - матеріали, що містять антимікробні препарати. Бактерицидні матеріали мають властивість затримувати розмноження мікроорганізмів (бактеріостатична дія) і вбивати їх (бактерицидна дія). Антимікробні властивості можуть бути надані тканинам (у тому числі наметовим, брезентовим, марлі тощо.), лакам, фарбам, білильним матеріалам, гумі, мотузкам, дереву (шпали та ін.) тощо.

Отримують бактерицидні матеріали шляхом приєднання антимікробних препаратів за допомогою хімічних реакцій, наприклад, до волокна тканини; імпрегнації розчинами бактерицидних з'єднань (наприклад, тканини, деревини та ін.); додавання бактерицидних речовин, що володіють тривалою залишковою дією, в матеріал при його виготовленні, наприклад, в лаки, фарби, гуму, обгортковий папір, або шляхом нанесення бактерицидної плівки. Тканини, що зберігають тривалий час бактерицидні властивості, можуть бути використані при виготовленні перев'язувального матеріалу, серветок, простирадлом для

операційних, білизни і халатів для інфекційних лікарень, пологових будинків. У всіх випадках бактерицидність бактерицидних матеріалів зберігається в залежності від матеріалу і бактерицидної речовини від декількох тижнів до року. М'які тканини, що зазнали хімічної обробки, зберігають бактерицидність навіть після 15-20 прань. Солі міді попереджують пошкодження мікроорганізмами мотузок, рибальських сіток, брезентових тканин і ін. Бактерицидні матеріали не роблять шкідливого впливу на організм людини.

Висновки до Розділу 1

1. Проведено аналіз літературних джерел та патентів по синтезу металевих наночастинок, з метою їхнього подальшого дослідження в водних середовищах та на бавовняних матеріалах.
2. Встановлено основні методи синтезу наночастинок: конденсація з газу, змелювання, преципітація, піроліз, гідротермальний синтез, радіоліз та соль-гель процес.
3. З даних, наведених в літературних джерелах, можна зробити висновок, що вивчення бактерицидних властивостей наночастинок срібла та міді актуальне.

РОЗДІЛ 2

ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Мета та об'єкти дослідження

Мета роботи: вивчення бактерицидних властивостей срібла та міді, дослідження способів синтезу наночастинок та їх стабілізації на тканинах з отримання бактерицидних матеріалів.

Об'єкти дослідження: створення бактерицидних матеріалів на основі модельних розчинів нітрату срібла в діапазоні концентрацій 0,0001-0,1 моль/дм³ та модельних розчинів сульфату міді в діапазоні концентрацій 0,0001-0,1 моль/дм³, суспензії тестових грамнегативних мікроорганізмів - *colli bacillus* (*E. coli*), *P. aerogin* і грампозитивних мікроорганізмів - *Staphylococcus aurous* (*S. aurous*).

2.2 Матеріали, реактиви, обладнання

2.2.1 Реактиви

- дистильована вода по ГОСТ 6709-72;
- розчин AgNO₃ в діапазоні 0,0001 ÷ 0,1 моль/дм³;
- розчин CuSO₄·5H₂O в діапазоні 0,0001 ÷ 0,1 моль/ дм³;
- 3М розчин HNO₃;
- індикаторний розчин C₂H₂;
- м'ясо-пептонний агар-агар.

2.2.2 Обладнання

- електронні ваги лабораторні, клас точності по ГОСТ 2410;
- мірні колби місткістю 500, 1000 см³;
- стакани В-1-100, В-1-250 ТХС ГОСТ по 25336Е;
- піпетки 2-го класу точності по ГОСТ 20292-74;

- піпетки Мора ГОСТ 29169-91;
- набір посуду різного об'єму;
- цифровий мультиметр HYELEC MS8229;
- спектрометр Carl Zeiss Jena AAS-N1;
- спектрофотометр Perkin Elmer Lambda Bio UV-vis з інтегрованою сферою Labsphere RSA - PR-20;
- електронно-скануючий мікроскоп FEI Inspect S;
- чашка Петрі;
- нагрівальний елемент;
- мірні циліндри місткістю 10, 25, 100 см³

2.3 Приготування матеріалу, модифікованого біметалічними наночастинками Ag/Cu

Для приготування матеріалу, модифікованого біметалічними наночастинками Ag/Cu, використовувалися водні розчини нітрату срібла і сульфату міді в молярному співвідношенні Ag:Cu = 1:1 з концентрацією кожної з солей в діапазоні 0,0001 ÷ 0,1 моль/дм³. Для приготування 0,1 моль/дм³ AgNO₃, наважку 16,9 г переносили у мірну колбу на 100 см³ і додавали 100 см³ дистильованої води та перемішували до повного розчинення солі в колбі[8]. Для приготування 0,01 моль/дм³ AgNO₃, наважку 1,69 г переносили у мірну колбу на 100 см³ і додавали 100 см³ дистильованої води та перемішували до повного розчинення солі в колбі, тощо. Для приготування 0,1 моль/дм³ розчину CuSO₄·5H₂O, наважку 24,9 г переносили у мірну колбу на 100 см³ і додавали 100 см³ дистильованої води та перемішували до повного розчинення солі в колбі [9]. Для приготування 0,01 моль/дм³ розчину CuSO₄·5H₂O, наважку 2,49 г переносили у мірну колбу на 100 см³ і додавали 100 см³ дистильованої води та перемішували до повного розчинення солі в колбі, тощо. Сітка з бавовняної тканини щільністю 36 г/м² занурювалась у колби з водними

розчинами солей срібла і міді для виготовлення бактерицидних текстильних матеріалів шляхом просочення. Час просочення склав 30 хв. Після цього тканини зневоднювались і термовідновлювалися за допомогою нагрівального елемента при 200 — 220 °С. Під час цього процесу спостерігалось швидке забарвлення тканини від жовтого до помаранчевого кольору, внаслідок утворення частинок нанорозмірного срібла.

Зразки тканини, що містять іони срібла, міді та суміш іонів Ag^+ / Cu^{2+} , були підготовлені для порівняння і висушені протягом 24 годин при кімнатній температурі на паперовій основі.

2.4 Визначення сполук на бавовняному матеріалі

2.4.1 Вимірювання електричного опору модифікованих тканин

Першим етапом дослідження було вимірювання електричного опору модифікованих тканин.

Електричний опір — властивість провідника створювати перешкоди проходженню електричного струму. Електричний опір використовується у випадках лінійної залежності електричного струму в провіднику від прикладеної напруги, і є коефіцієнтом пропорційності між падінням напруги й силою струму. Опір — це величина, яка характеризує спроможність елемента перетворювати електричну енергію на теплову. Його причиною є розсіювання електронів на атомах та неоднорідностях матеріалу, по якому протікає струм.

Для вимірювання електричного опору модифікованих тканин використовувався портативний професійний багатофункціональний цифровий мультиметр HYELEC MS8229 (Китай). Площа поверхні електрода становила 1 мм²; відстань між електродами при вимірах становило 1 см; площа поверхні тканини становила 4,5 см².

Помітне зниження електроопору спостерігалось після обробки тканин розчином електроліту в результаті значного втручання іонної провідності, введеного KNO_3 в обчислювальну електричну провідність. Можна припустити, що у випадку наночастинки має місце механізм переміщення електронно-іонної провідності. Це питання вимагає окремого вивчення.

Слід зазначити, що електропровідність зразків залежить від концентрації іонів металів. Це означає, що провідність може контролюватися вмістом частинок на поверхні. Отримані результати свідчать про міграцію іонів і атомів металу на поверхню тканини при контакті з біологічним середовищем. Локально (поблизу поверхні частинок) виникають високі концентрації іонів, шкідливих для мікробів. Низька бактерицидна активність міді/тканини (без срібла в складі) пов'язана з блокуванням міді (іонів) сульфгідрильними групами білків на поверхні бактерій, що підтверджується в ряді публікацій про взаємодію міді з амінокислотою цистеїном [12].

2.4.2 Вимірювання вмісту металу в тканинах методом полум'яної атомно-абсорбційної спектроскопії

На другому етапі було проведено вимірювання вмісту металу в тканинах методом полум'яної атомно-абсорбційної спектроскопії.

Атомно-абсорбційний спектральний аналіз — метод аналізу, який проводиться за селективним поглинанням світла атомами речовини, переведеної в атомарний газоподібний стан. Випромінювання від джерела світла, проходячи через пари речовини на частотах, які співпадають з частотою переходу електрона з основного рівня на найбільш близький до нього, поглинається (резонансна лінія), а за ступенем послаблення інтенсивності спектральних ліній досліджуваного елемента визначають

його концентрацію у зразку. Інтенсивність поглинання світла за методом атомної абсорбції визначається за законом Бугера - Ламберта - Бера:

$$D = \lg(I_0/I) = k l C, \quad (2.1)$$

де D — оптична густина (абсорбція); I_0 — вихідна інтенсивність збуджуючого світла; I — інтенсивність світла, що пройшло через зразок; k — коефіцієнт поглинання; l — товщина шару поглинання; C — концентрація елемента, який визначається, моль/дм³.

Коефіцієнт поглинання k , пропорційний імовірності резонансного переходу, не залежить від температури. Для атомізації проби необхідна температура ~2000-3000 °С. У цьому температурному інтервалі застосовуються атомізатори полуменеві, електротермічні, а також ВЧ- і НВЧ-розряд, але найчастіше — полуменеві, які працюють на суміші ацетилен-закис азоту. В цьому температурному інтервалі понад 90 % атомів знаходяться не у збудженому стані, тому інші атоми і молекули не можуть вплинути на коефіцієнт поглинання. Цей факт поряд із малою кількістю ліній поглинання зумовлює високу вибірковість цього методу. Джерело світла випромінює лінійчастий спектр, який містить необхідну лінію елемента, що визначається. Як джерела випромінювання використовують лампи з порожнистим катодом, безелектродні газорозрядні лампи, перестроювальний лазер [10].

Для вимірювання вмісту металу в тканинах методом полум'яної атомно-абсорбційної спектроскопії зразки тканини, модифікованої металевими наночастинками, обробляли розчином 3М HNO₃ протягом доби. Обсяг зразка склав 25 см³. Вміст металів в отриманому розчині вимірювали методом полум'яної атомно-абсорбційної спектрометрії без

додаткової попередньої обробки зразка. У роботі використовувався спектрометр Carl Zeiss Jena AAS-N1, оснащений лампами з порожнистим катодом для міді та срібла. Устаткування експлуатувалося в стандартних умовах, рекомендованих виробником (довжина хвилі: 324,7 нм (Cu), 328,1 нм (Ag); струм лампи 6,0 мА; ширина спектральної щілини 0,2 нм). Витрата ацетилену і висоту пальника регулювали для отримання сигналу максимальної абсорбції. Швидкість потоку розпилювача становила 3,0 дм³/хв. За результатами вимірювань було розраховано вміст металів на одиницю площі тканини.

2.4.3 Вимірювання спектру дифузійного відображення

Наступним етапом було вимірювання спектру дифузійного відображення зразків.

Спектр дифузійного відображення визначається поглинаючою і розсіювальною здатністю зразка. Співвідношення між дифузним розсіюванням і поглинанням зразка описується математичним перетворенням Кубелкі – Мунка:

$$(1-R_{\infty})^2 / 2R_{\infty} = \beta / S \quad (2.2)$$

R_{∞} - абсолютне дифузне відображення, нм; β – коефіцієнт поглинання; S – коефіцієнт розсіювання світла, нм.

Спектри дифузійного відображення (DRS) тканин з наночастинками реєстрували за допомогою спектрофотометра Perkin Elmer Lambda Bio UV-vis з інтегрованою сферою Labsphere RSA - PR-20 в діапазоні хвиль 200 - 1000 нм.

Принцип вимірювання дифузного відбиття заснований на фокусуванні ІК-випромінювання еліпсоїдним дзеркалом на поверхні

зразка, що знаходиться у відкритій чашці. Потім дифузно-відбите від зразка випромінювання збирається другим еліпсоїдним дзеркалом і за допомогою плоского дзеркала направляється до детектора спектрометра. Для реєстрації спектра порівняння замість проби використовується матеріал з коефіцієнтом відбиття близьким до 1. Спочатку записують однопроменеві спектри еталону і зразка, а потім аналогічно тому, як це відбувається при визначенні спектра пропускання, визначають однопроменевий спектр дифузного відбиття зразка. Методом дифузного відбиття на спектрометрі можна аналізувати проби, які не піддаються дослідженню в прохідному світлі. Цей метод не вимагає великої пробопідготовки і тому в багатьох випадках дає значну економію часу.

2.5 Визначення бактерецидних властивостей зразків за допомогою сканувального електронного мікроскопа

Дослідивши факт наявності біметалічних наночастинок на підготовлених зразках, висновки щодо бактерицидності бавовняних матеріалів були б неповні без дослідження їх роботи на реальних патогених мікроорганізмах за допомогою заселення мікроорганізмів на модельні зразки та поживне середовище і спостереження за появою зон пригнічення росту через сканувальний електронний мікроскоп.

Сканувальний електронний мікроскоп (SEM) — прилад, що дозволяє одержувати зображення поверхні зразка з великою роздільною здатністю (менше мікрметра). Зображення, одержані за допомогою растрового електронного мікроскопа, є тривимірними і зручними для вивчення структури сканованої поверхні. Ряд додаткових методів (EDX, WDX- методи), дозволяє отримувати інформацію про хімічний склад приповерхневих шарів.

Досліджуваний зразок сканується сфокусованим електронним пучком середніх енергій. Залежно від механізму реєстрації сигналу

розрізняють декілька режимів роботи сканувального електронного мікроскопа: режим відбитих електронів, режим вторинних електронів, режим катодолюмінесценції тощо. Розроблені методики дозволяють досліджувати не тільки властивості поверхні зразка, але також візуалізувати і отримувати інформацію про властивості підповерхневих структур, які розташовані на глибині декілька мікрон від сканованої поверхні.

Електронно-мікроскопічні зображення отриманих зразків з металевими наночастинками були отримані на сканувальному електронному мікроскопі FEI Inspect S.

Бактерицидні властивості зразків вивчали наступним чином. У розплавлений і охолоджений до 45 °С м'ясопептонний агар вводили суспензію тестованих організмів, що містить 10^8 мікробних клітин/дм³, і суміш виливали в чашку Петрі. Тестові зразки тканини розміром 2×2 см наносили на поверхню агару. Чиста тканина, яка не містить компонентів наночастинок, розглядалася в якості контролю. Зразки поміщали у термостат при 37 °С. Облік результатів був виконаний через 24 — 48 годин для найбільшої площі затримки росту (мм) мікроорганізмів навколо тестового зразка. Експерименти повторювали не менше трьох разів (за умови отримання аналогічних результатів). Антимікробна активність відносно ряду патогенів була визначена як зона пригнічення росту в мм.

РОЗДІЛ 3

ОБГОВОРЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ

Резистентність мікроорганізмів до антибіотиків є однією з глобальних проблем охорони здоров'я та охорони навколишнього середовища. Розроблені досконалі фармакологічні засоби більш сильної та тривалої дії вирішують проблему локально, але ніяк не вирішують її в цілому. Це пов'язано з тим, що мікроорганізми, які мешкають у природних середовищах, а не лише у клінічних умовах несуть різноманітні гени стійкості до антибіотиків, при чому і ті які давно використовуються, і ті що введені зовсім недавно. Проблема існування стійкості до антибіотиків набуває особливого значення на фоні розуміння нерезультативності того шляху боротьби з резистентністю, який складався з пошуків все нових і нових антимікробних препаратів, чи в їх так званому «раціональному використанні», мала ефективність якого стала очевидною на теперішній час. Для запобігання пандемії внаслідок резистентності до антибіотиків всіх мікроорганізмів необхідна розробка нових антимікробних матеріалів, що не будуть містити в своїй основі антибіотики.

3.1 Зміна спектрів дифузійного відбиття в залежності від складу розчину, яким просочувались зразки

При введенні іонів металів у структуру бавовняних тканин просоченням розчинами солей металів і подальшою термообробкою при 200 – 220 °С було враховано, що бавовна має структурну одиницю залишку β-глюкози $[C_6H_7(OH)_3]_n$, тобто полісахарид. При термообробці тканин виділяються низькомолекулярні сполуки, включаючи спирти, карбонові кислоти, карбонільні похідні, а також водень і СО, які є потенційними відновниками іонів металів.

Процес піролізу целюлози за термічним аналізом протікає наступним чином. По-перше, в широкому діапазоні температур від 90 до 150 °C відбувається фізично пов'язане випаровування води. Активна дезінтеграція целюлози втрати маси починається тільки при 280 °C і закінчується при 370 °C. При різній тривалості нагрівання целюлози відбуваються різні хімічні процеси. В роботі модифіковані тканини оброблялися у температурних і часових режимах, при яких руйнування бавовни не відбувалося, а поява відновлюючих агентів відбувалася. Спектри дифузійного відбиття (DRS) тканини, що містять наночастинки Ag (рис. 3.1, спектри 2 і 3), містять смугу поверхневого плазмонного резонансу (SPR) з максимумом в 427 нм. Це свідчить про утворення наночастинок срібла на поверхні тканини. Кореляція положення поверхневого плазмонного резонансу SPR з розміром частинок дозволяє оцінити їх розмір близько 30 нм [11]. В спектрах тканин, які висушувалися на повітрі без теплової обробки, поряд зі смугою Ag NPs присутня смуга поглинання оксиду срібла Ag_2O (спектри 4 і 5 на рисунок 3.1).

Імовірно, іони срібла відновлюються безпосередньо на поверхні текстилю, а видиме світло сприяє процесу переносу заряду в комплексі, який утворює іони срібла з ОН-групами залишків глюкози в структурі бавовни. Коефіцієнт екстинкції k оксиду срібла порівняно з коефіцієнтами поглинання наночастинки Ag малий, тому інтенсивність смуги 470 нм набагато менша, ніж інтенсивність смуги поверхневого плазмонного резонансу SPR з Ag NP при довжині хвилі 430 нм [12,13]. Інтенсивність спектрів поглинання 4 і 5 на рисунку 3.1 помножується на 10 разів.

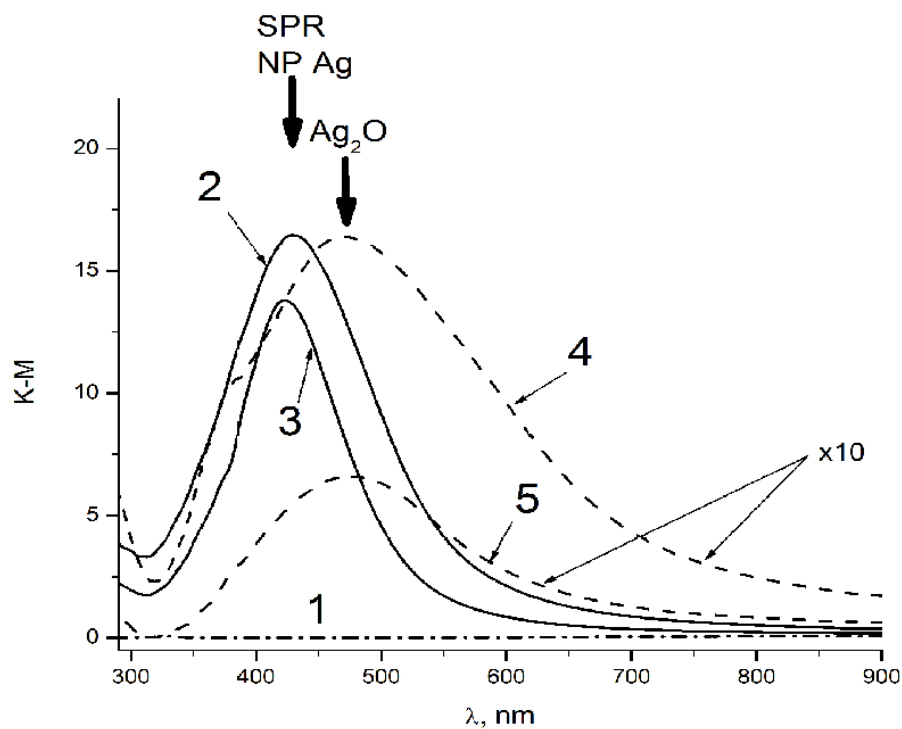


Рисунок 3.1 – Спектри дифузійного відбиття:

1 – чистої тканини; 2 – тканини просочені розчином AgNO_3 $1 \cdot 10^{-2}$ моль/дм³, термообробленні; 3 – тканини просочені розчином AgNO_3 $1 \cdot 10^{-3}$ моль/дм³; 4 – тканини без теплової обробки, що містять срібло іони, отримані з розчинів $1 \cdot 10^{-2}$ моль/дм³; 5 – тканини без теплової обробки, що містять срібло іони, отримані з розчинів $1 \cdot 10^{-3}$ моль/дм³.

У спектрах поглинання тканин з наночастинок Ag/Cu після термічної обробки спостерігається тільки смуга поверхневого плазмонного резонансу SPR для наночастинок срібла з максимуму 425 нм. (Рис. 3.2, спектри 1 і 2). Тоді як в спектрах тканин з іонами срібла і міді (висушеними на повітрі) присутні смуги меншої інтенсивності з максимумом 480 - 490 нм (рис. 3.2 спектри 5 і 6).

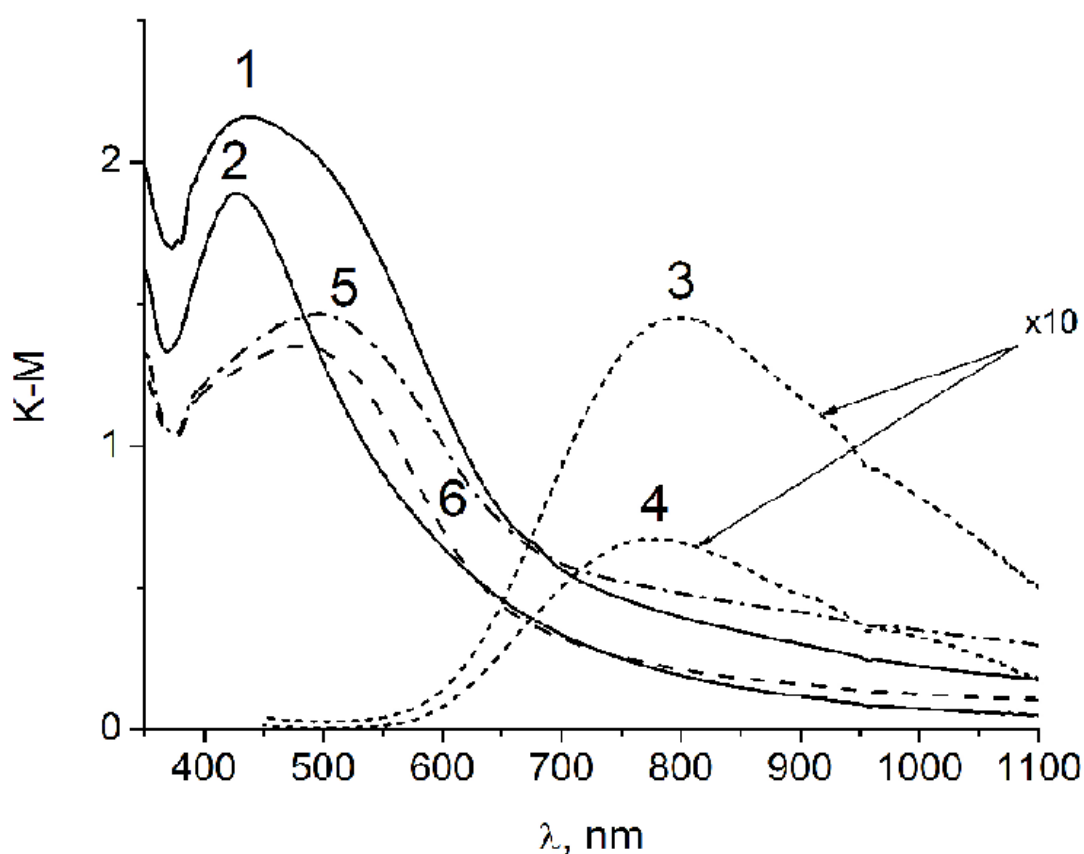


Рисунок 3.2 – Спектри дифузійного відбиття: 1- отримані з вихідних розчинів термооброблених тканин Ag/Cu $1 \cdot 10^{-1}$ моль/дм³; 2 - отримані з вихідних розчинів термооброблених тканин Ag/Cu $1 \cdot 10^{-2}$ моль/дм³; 3 - тканини без теплової обробки, що містять Cu^{2+} $1 \cdot 10^{-1}$ моль/дм³; 4 - тканини без теплової обробки, що містять Cu^{2+} $1 \cdot 10^{-2}$ моль/л; 5 - тканини зі складом $\text{Ag}^+/\text{Cu}^{2+}$ без термообробки, з концентрацією розчинів $1 \cdot 10^{-1}$ моль/ дм³; 6 - тканини зі складом $\text{Ag}^+/\text{Cu}_2^+$ без термообробки, з концентрацією розчинів $1 \cdot 10^{-2}$ моль/дм³.

Тканини Ag/Cu мали червоно-коричнєве забарвлення, відтінок якого з'явився внаслідок утворення протооксиду та оксиду міді, які також мають бактерицидний ефект. В спектрах оптичного поглинання наночастинок Ag/Cu спостерігається смуга, що відповідає сплаву, з максимумом,

розташованим між смугами поверхневого плазмонного резонансу наночастинок Ag (390 нм) і Cu (570 нм).

В той же час за рахунок збільшення розміру наночастинок срібла, їм характерний довгохвильовий зсув. На підставі оцінки форми спектру і розрахунку розміру наночастинок імовірно формування біметалевої композиції [14]. Іони міді на поверхні тканин (без термообробки) показані в спектрі як широка смуга поглинання з максимумом 800 нм (рисунок 3.2, спектри 3 і 4).

3.2 Зміна електричного опору модифікованих тканин, в залежності від розчинів якими були змочені зразки

Наночастинки Ag/Cu на поверхні тканин середнього розміру 20 – 60 нм показані на знімку сканування електронного мікроскопа (рис.3.3).

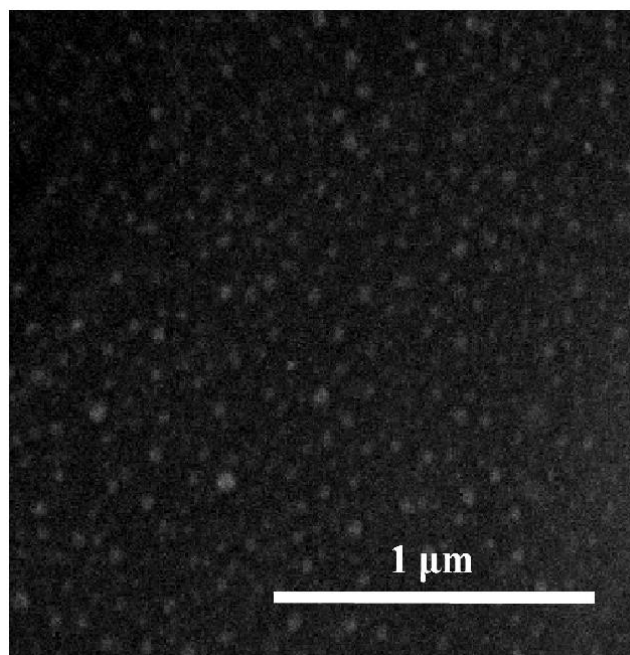


Рисунок 3.3 – Сканування електронного мікроскопа наночастинок Ag/Cu на поверхні тканин

Наночастинки міцно утримуються на поверхні, не втрачаючи активності навіть після прання. Промивочні розчини не містять слідів срібла або міді.

Електричний опір усіх сухих немодифікованих і модифікованих наночастинками тканин становив більше 4000 кОм. Це підтверджує, що металеві частинки легше утримуються на тканинах як окремі кластери, відокремлені один від одного.

Слід відмітити, що поверхня тканин стає гідрофобною після модифікації металічними наночастинками. Після змочування тканин двічі дистильованою водою або розчином KNO_3 стійкість модифікованих зразків знижується.

Результати вимірювання електричного опору наведені в таблиці 3.1. На тканині, висушеній при кімнатній температурі, знаходяться тільки йони металів, у цьому випадку зразки демонструють суто іонну провідність, оскільки тканина зберігає певний вміст вологи. Йони металів генеруються на поверхні наночастинок, що приводить до підвищення рівня провідності тестованої системи у воді. Співвідношення атомів металу в бавовняних композиціях з сріблом і міддю становило 1:1, молярна концентрація солей металів в розчині просочення складала $1 \cdot 10^{-1}$ моль/дм³ для кожної солі.

Іонізуючий потенціал наночастинок Ag з розмірами 1-2 нм нижче на 1,5 еВ в порівнянні з об'ємним сріблом, з розвиненою поверхні наночастинки йони срібла генеруються значно легше. Ми припускаємо, що в складі Ag/Cu НЧ-агенти захищають частки Cu від прямої взаємодії з сірчаними групами на поверхні бактерій, тим самим сприяючи викиду іонів/атомів міді в біологічне середовище.

Таблиця 3.1 – Порівняння електричного опору модифікованих тканин, змочених дистильованою водою і 0,1 М розчином KNO₃.

Зразки	Висушені	Змочені бідистильованною водою	Змочені 0,1М розчином KNO ₃
	Електричний опір, кОм		
НЧ Ag/Cu	4000	320	55
НЧ Cu	4000	100	20
НЧ Ag	4000	100	8
Іони Ag ⁺ /Cu ²⁺	4000	10	7,5
Іони Cu ²⁺	4000	30	30
Іони Ag ⁺	4000	90	40
Холоста	4000	2600	460

Завдяки істотному відмінності окислювальних потенціалів - 0,337 В для міді та 0,799 В для срібла, мідь сприяє відновленню іонів срібла до НЧ. В роботі було виявлено, що тканини, леговані біметалічним композитом Ag/Cu, мають виражені антимікотичні властивості також в порівнянні з окремими матеріалами тканини з металом. Загалом, природа взаємодії в системі Ag/Cu/бавовна досить складна і вимагає подальших досліджень.

3.3 Зміна антибактеріальних властивостей в залежності від різного складу розчинів для просочування зразків

Вміст Ag і Cu на поверхні термообробленої тканини, розраховане за результатами методу полум'яної атомно-абсорбційної спектроскопії, становить близько $2,4 \times 10^{17}$ грам-атом/см² для кожного металу, що відповідає початковим концентраціям солей металів, які використовувалися для просочення тканин. У випадку тканин, висушених

при кімнатній температурі, кількість іонів Ag^+ і Cu^{2+} на поверхні в два рази менше для кожного іона, ймовірно, через те, що частина розчину залишається на паперовій основі під час сушіння.

Таблиця 3.2 – Антимікробна активність зразків тканини, модифікованих НЧ Ag і Ag/Cu.

Зразки	Молярна концентрація просочувального розчину тканини моль/дм ³	Зона пригнічення росту мікроорганізмів, мм		
		<i>S. aureus</i>	<i>P. aerugin</i>	<i>E. coli</i>
Тканина	-	0	0	0
Ag/Тканина	0,1000	2	2	2
	0,1000	2	2	4
	0,0010	2	1	3
	0,0001	0	0	0
Ag/Cu/Тканина	0,1000	4	3	5
	0,1000	5	3	2,5
	0,0010	3	3	1
	0,0001	1	0	0
Ag^+ /Тканина	0,1000	3	4	4
	0,1000	4	2	4
	0,0010	2	2	3
$\text{Ag}^+/\text{Cu}^{2+}$ /Тканина	0,1000	5	4	5

Оскільки вимивання наночастинок з тканин в розчині не фіксується протягом 24 – 48 годин, можна стверджувати, що процес знищення бактерій відбувається безпосередньо на поверхні тканини. Антимікробні властивості тканин, модифікованих наночастинами Ag, підтверджені в експериментах з грамнегативними мікроорганізмами - *colli bacillus* (*E. coli*) і *P. aerugin* і грампозитивними мікроорганізмами - *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) (табл. 3.2). Зона затримки заселення бактеріями для тканин, що містять іони Ag і Ag/Cu (без термообробки), аналогічна зоні для

термооброблених тканин. Таким чином, іони срібла у водному розчині проявляють незначну бактерицидну активність по відношенню до вказаних мікроорганізмів, а іони міді виявляються досить неактивними. Вірогідно, що відновлення іонів срібла і міді до наночастинок починається безпосередньо при адсорбції на бавовні, а термічна обробка тканини при 220 °С сприяє швидкому проходженню цього процесу з утворенням наночастинок. Як вже згадувалося вище, наночастинки та йони металів міцно утримуються в структурі тканин і не змиваються при контакті з водою навіть після прання в гарячій воді.

Таблиця 3.3: Порівняння антимікробної активності тканин, модифікованих НЧ Ag і Ag/Cu до і після прання.

Зразки	Молярна концентрація просочувального розчину тканини моль/дм ³	Зона пригнічення росту мікроорганізмів, мм					
		S. aureus		P. aerugin		E. coli	
		до	після	до	після	до	після
Тканини	-	0	0	0	0	0	0
Ag/Тканина	0,1	2	2	3	2	2	2
Ag/Cu/Тканина	0,1	7	6	4	4	3	2,5

У таблиці 3.3 наведені біоцидні властивості тканин, модифікованих металами, до та після 1 циклу прання в пральній машині за допомогою детергента «Гала» при 60 °С протягом 30 хвилин в режимі швидкого прання. Модифіковані Ag/Cu тканини як до, так і після прання мають більшу антимікробну активність у порівнянні зі зразками, що містять тільки срібло.

Висновок до Розділу 3

1. Розроблено новий бактерицидний текстильний матеріал, модифікований біметалічними наночастинками Ag, Cu, Ag/Cu для виготовлення бактерицидних текстильних матеріалів шляхом просочення.
2. Порівняно модифіковані зразки тканини, що містять іони срібла, міді та суміш іонів Ag^+ / Cu^{2+} , за допомогою вимірювання електричного опору. Визначено, що найбільшим показником опору характеризуються зразки, що містять наночастинки міді та срібла змочених бідистильованною водою (320 кОм) та змочені 0,1М розчином KNO_3 (55 кОм).
3. В ході дослідження антимікробних властивостей тканин, модифікованих НЧ Ag та Cu показано, що для грамнегативних мікроорганізмів - *colli bacillus* (*E. coli*), *P. aerogin* і грампозитивних мікроорганізмів - *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) - зона затримки заселення бактеріями для тканин, що містять іони Ag/Cu (без термообробки), аналогічна зоні для термооброблених наночастинок Ag/Cu.
4. З'ясовано, що найбільша зона пригнічення росту мікроорганізмів при концентрації просочувального розчину 0,1 моль/л була саме у зразків, що містили біметалічні наночастинки Ag/Cu.

РОЗДІЛ 4

СТАРТАП-ПРОЕКТ

4.1 Опис ідеї стартап-проекту

В Україні на сьогодні гостро стоїть проблема резистентності мікроорганізмів до антибіотиків. Під час виробництва сільськогосподарської продукції і, в першу чергу, продукції тваринництва, досить часто використовують антимікробні препарати. Справа в тому, що антибіотики можуть застосовувати не тільки з лікувально-профілактичною метою, але і як елемент технології виробництва продуктів харчування тваринного і рослинного походження. З часом, на глобальному рівні постає питання звикання патогенних мікроорганізмів до певних видів антибіотиків. У 2017 році Всесвітня організація охорони здоров'я засвідчує необхідність розробки нових антимікробних препаратів. Запущено безкінечний механізм адаптації до антибіотиків та синтезу або відкриття нових лікарських форм. Питання вивчення природи антибіотикорезистентності мікроорганізмів є досить складне і багатопланове.

Реалізація фармакологічними компаніями своєї продукції не передбачає виконання ключових позицій профілактики антибіотикорезистентності. Вони економічно зацікавлені у використанні кормових антибіотиків, антибіотичних речовин у різних технологічних процесах та проведенні масштабних лікувально-профілактичних заходів. Проте відсутність національної стратегії боротьби з антибіотикорезистентністю патогенних мікроорганізмів в Україні значно погіршує ситуацію. Отже, стає очевидним що винахід нових антибактеріальних матеріалів нині дуже актуальний.

Розроблено та запропоновано наступну ідею стартап проекту. Запропоновано розробку ефективної технології виробництва бактерицидних бавовняних матеріалів на основі біметалічних наночастинок срібла та міді. Отримані матеріали мають високу бактерицидну активність відносно бактерій *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* і *Escherichia coli* навіть після зберігання протягом 18 тижнів в звичайних умовах і після машинного прання. Це дозволяє нам рекомендувати їх для зовнішнього застосування в медицині як одноразові (перев'язувальні матеріали), так і матеріали багаторазового використання (текстиль в лікарнях, військовий одяг тощо).

Таблиця 4.1 – Опис ідеї стартап-проекту

Напрямки застосування	Вигоди для користувача
1. Біотехнологія	Запобігання розвитку проблеми резистентності мікроорганізмів до антибіотиків
2. Синтез наночастинок	Можливість додаткового заробітку на достатньо легкому методі синтезу наночастинок
3. Перспективна сфера дослідження	Можливість подальшого вивчення процесів на основі даного проекту

4.2 Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту

Таблиця 4.2 - Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту

№ п\п	Техніко- економічні характеристи ки ідеї	(потенційні) товари/концепції конкурентів				W(слабка сторона)	N(нейтральна сторона)	S(сильна сторона)
		проект	Конкурент 1	Конкурент 2	Конкурент 3			
1.	Бактерицидні властивості	98%	95%	99%	89%		+	
2.	Час синтезу	7-8 год	10 год	24 год	14 год			+
3.	Вартість матеріалу	800 грн	1500 грн	2100 грн	900 грн			+

4.3 Технологічна здійсненість ідеї проекту

Наночастинка — частинка речовини довільної форми з розмірами від 1 до 100 нм. У нанотехнології частинкою називають невеликий об'єкт, що поводить себе як єдине тіло стосовно своїх транспортних та фізичних властивостей. Наночастинки за цією класифікацією теж саме, що ультрадрібнодисперсні частинки, дрібнодисперсні частинки мають розміри від 100 до 2500 нм, а крупні — від 2500 до 10 тис. нм. Дослідження наночастинок актуальні й інтенсивні завдяки численним потенційним застосуванням в медицині та фізиці, оптиці та електроніці.

Нанопорошки простих оксидів можна отримати таким простим

способом як розкладання термічно нестійких солей (нітратів, сульфатів, ацетатів, оксалатів) і гідроксидів. При розкладанні цих речовин виділяються газоподібні продукти, що призводить до диспергуванню твердого продукту реакції. Як правило, чим нижче температура проведення процесу, тим дрібніше частки утворюється оксиду. Тому найбільш дрібнодисперсні оксиди виходять при розкладанні гідроксидів, тому що температура їх розкладання, в ряді випадків, зазвичай нижче, ніж солей. Наприклад, як впливає з літературних джерел, найдрібніші частинки оксиду нікелю (5 нм) виходять при розкладанні гідроксиду нікелю при температурі 220 °C. При розкладанні нітрату при 350 утворюється порошок з розміром зерен 40 нм, а при розкладанні ацетату при 375 °C - порошок NiO із середнім розміром частинок 23 нм. Таким чином, цей простий метод, який не потребує ніякого обладнання, крім печі, дозволяє отримувати нанопорошки простих оксидів з розміром частинок порядку одиниць-десятків нанометрів.

В нашому випадку, для приготування матеріалу, модифікованого біметалічними наночастинками Ag/Cu, використовувалися водні розчини нітрату срібла і сульфату міді в молярному співвідношенні Ag: Cu = 1: 1 з концентрацією кожної з солей в діапазоні 0,0001 ÷ 0,1 моль / л. Сітка з бавовняної тканини щільністю 36 г/м² і водні розчини солей срібла і міді використовувалися для виготовлення бактерицидних текстильних матеріалів шляхом просочення. Час просочення склав 30 хв. Після цього тканини видавлюють і гладять при 200 ÷ 220 °C.

4.4 Характеристика потенційних клієнтів

Таблиця 4.3 – Характеристика потенційних клієнтів

№ п\п	Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних	Вимоги споживачів до товару
1.	Вироблення нових бактерицидних матеріалів	Підприємства, лабораторії	ДСТУ, ГОСТ	Надання достовірних результатів аналізу бактерицидних властивостей. Не токсичність матеріалу для людини та навколишнього середовища.
2.	Бактерицидні матеріали на основі наночастинок	Підприємства, сільське господарство	ДСТУ, ГОСТ	Не токсичність матеріалу для людини та навколишнього середовища. Надання достовірних результатів аналізу бактерицидних властивостей.

4.5 Фактори загроз

За рахунок того, що загрози існують скрізь, тому і при застосуванні даної технології також існують загрози.

Таблиця 4.4 – Фактори загроз

№ п\п	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1.	Токсичність матеріалу внаслідок недостатнього дослідження та тестування	Загроза життю і здоров'ю людей які користуються матеріалами	Більш детальне дослідження і тестування
2.	Токсичність матеріалу для навколишнього середовища	Неправильна утилізація матеріалів після експлуатації	Детальне вивчення методів правильної утилізації матеріалу
3.	Недостатня бактерицидна дія	Порушення процесу виготовлення матеріалу	Налагодження етапів виготовлення матеріалів

4.6 Фактори можливостей

Таблиця 4.5 - Фактори можливостей

№ п\п	Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
1.	Дотримання	Підхід реалізується для	Можливість

	вірної методики виготовлення матеріалів	забезпечення більш повної бактерицидної дії матеріалу	розширення масштабів виробництва
2.	Універсальність	Підхід реалізується для забезпечення універсальності бактерицидних матеріалів	Більш детальне дослідження і тестування
3.	Використання реагентів за методиками	Підхід реалізується для зменшення ризику утворення непередбачуваних хімічних реакцій	

4.7 Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Таблиця 4.6 - Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)
1.Вказати тип конкуренції – монополія/олігополія/монопольно-конкурентна/чиста	Тип володіння є монополією, продавці конкурують за обсяг продажів, велика кількість конкурентів	Активна реклама, просування продукту за допомогою освітнього процесу, співпраця із закордонними фірмами
2.За рівнем конкурентної боротьби – локальний/національний	Виготовлення матеріалів набуває популярності по всій території країни	Доступний сайт та реклама
3. За галузевою ознакою – міжгалузева/зовнішньогалузева/внутрішньогалузева	Продукт є конкурентоспроможним на різних типах підприємств:	Договори з різними підприємствами та співпраця з ними

	СГ,біомедецина, і т.д.	
4. Конкуренція за видами товарів - товарно- родова, товарно-видова, між бажаннями	Матеріали конкурують з товарами одного роду-тими, що отримують антибактеріальні матеріали	Просвітницькі заходи, освітні брошури, рекламні банери, презентація матеріалів
5. За характером конкурентних переваг - нецінова/цінована	Націлення на надійність продукції та відповідність усім нормативам,не акцентуючись на ціні товару	Презентація матеріалів, активна реклама, сучасний сайт, кваліфіковані кадри
6. За інтенсивністю - марочна/ не марочна	Позиція товару як національного і кращого в своєму роді, активний брендинг	Рекламні заходи, участь в міжнародних конференціях

4.8 Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

Таблиця 4.7 – Аналіз конкуренції

Складові аналізу	<i>Прямі конкуренти в галузі</i>	<i>Потенційні конкуренти</i>	<i>Постачальники</i>	<i>Клієнти</i>	<i>Товарозамінники</i>
	Хімічні, Біологічні, лабораторії	Прямах конкурентів у даній галузі мало, тому існує досить висока можливість виходу даної технології на ринок	Постачальники реагентів	Підприємства сільського господарства , лікарні	Фактори загроз з боку замінників
Висновки:	Інтенсивність боротьби незначна, або ж	Чітких потенційних конкурентів на	Лише встановлюють вартість	Не диктують	Антибіотики та антибактер

	взагалі відсутня, так як мало хто зацікавлений у винаході нових бактерицидних матеріалів в альтернативу антибіотикам, адже не бачать в цьому ніякої вигоди.	даний момент немає, тому існує можливість виходу технології на ринок	сировинних ресурсів		іальні препарати
--	---	--	---------------------	--	------------------

4.9 Обґрунтування факторів конкурентно спроможності

Таблиця 4.8 – Обґрунтування факторів конкурентно спроможності

<i>№ п/п</i>	<i>Фактор конкурентоспроможності</i>	<i>Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим)</i>
1	Ціна матеріалу	Ціна матеріалів є середньою, що є найкращим у співвідношенні ціна-якість
2	Рентабельність	Окупність матеріалів 5-7 років
3	Переробка всіх типів відходів	Є можливість створювати імідж екологічно позитивного підприємства

4.10 Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін

Таблиця 4.8 – Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін

№ n/n	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1-20	Рейтинг товарів-конкурентів						
			-3	-2	-1	0	1	2	3
1	Ціна установки	20				+			
2	Рентабельність	10				+			
3	Переробка всіх типів відходів	14				+			
4	Гарантійне обслуговування	15				+			

4.11 SWOT – аналіз стартап-проекту

Таблиця 4.10 - SWOT – аналіз стартап-проекту

<i>Сильні сторони</i>	<i>Слабкі сторони</i>
<ul style="list-style-type: none"> - кваліфіковані кадри - посилена міжнародна співпраця - унікальність товару в своїй галузі - доступна ціна матеріалу та система знижок - просвітницька мета компанії - комунікації з компаніями-конкурентами - сучасний сайт 	<ul style="list-style-type: none"> - вузька спеціалізація матеріалів - залежність від заводів-постачальників - залежність від інвесторів - потреба у постійному підтриманні іміджу компанії - нестача наукових кадрів - низький рівень освіченості у даній технології потенційний замовників
<i>Можливості</i>	<i>Загрози</i>
<ul style="list-style-type: none"> - підвищення рівня зайнятості населення 	<ul style="list-style-type: none"> - поява нових технологій - закриття заводу постачальника

<ul style="list-style-type: none"> - стабілізація нац. валюти - популяризація екологічного мислення - вирішення проблеми резистентності мікробів до антибіотиків 	<ul style="list-style-type: none"> - зменшення кількості СГ виробництв - зниження грошового доходу населення - підвищення цін на продукцію заводу-постачальника
---	--

4.12 Вибір цільових груп потенційних споживачів

Таблиця 4.11 - Вибір цільових груп потенційних споживачів

№ п/п	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
1.	Хімічні підприємства	Споживачі готові сприйняти продукт	Пропозиція користується дуже великим попитом	Не висока конкуренція	Середньої складності
2.	Лабораторії	Готові	Середній попит	Конкуренція висока, проте монополістична	Середньої складності
3.	АПК України	Висока готовність прийняти товар	Високий попит	Конкуренція відсутня	Вхід у сегмент Доступний через тендери

4.13 Визначення базової стратегії розвитку

Таблиця 4.12 - Визначення базової стратегії розвитку

№	Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентно-спроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку
			У зв'язку з простим рішення проблеми резистентності бактерій до антибіотиків поява нового методу реалізації вирішення проблеми повинна спровокувати велику зацікавленість та співпрацю з підприємством	Стратегія диференціації

4.14 Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

Таблиця 4.13 - Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

№	Чи є проект «першопрохідцем» на ринку?	Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у	Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і	Стратегія конкурентної поведінки

		конкурентів?	які?	
1	Так	Так	Так, у вигляді бактерицидних матеріалів	Стратегія заняття конкурентної ніші

4.15 Визначення стратегії позиціонування

Таблиця 4.14 - Визначення стратегії позиціонування

№	Вимоги до товару цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкуренто-спроможні позиції власного стартап-проекту	Вибір асоціацій, які мають сформувану комплексну позицію власного проекту (три ключових)
1	Ціна продукту	Стратегія диференціації	Найнижча ціна на ринку	Найдоступніший матеріал в сегменті, більш економічний у використанні
2	Якість матеріалів	-//-	Висока якість бактерицидного матеріалу	-//-

4.16 Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

Таблиця 4.15 - Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

№	Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)
1	Заміна антибіотиків	Якісна заміна антибіотиків, адекватна ціна	Отримання заміни антибіотиків
2	Бактерицидний матеріал	Якісний бактерицидний матеріал, адекватна ціна	Отримання якісного бактерицидного матеріалу за найменшими витратами

4.17 Опис трьох рівнів моделі товару

Таблиця 4.13 - Опис трьох рівнів моделі товару

Рівні товару	Сутність та складові		
I. Товар за задумом	Бактерицидний матеріал на основі наночастинок срібла та міді		
II. Товар у реальному виконанні	Властивості/характеристики	М/Нм	Вр/Тх/Тл/Е/Ор
	1. Наночастини срібла/міді 2. Бактерицидний бавовняний матеріал	М М	Тх/Тл Тх/Тл

	Якість: міцний, має гарантію якості		
	Пакування: відсутнє		
	Марка: марки немає		
III. Товар із підкріпленням	До продажу: інструкція		
	Після продажу: гарантія, обслуговування		
За рахунок чого потенційний товар буде захищено від копіювання: За рахунок права інтелектуальної власності			

4.18 Визначення меж встановлення ціни

Таблиця 4.17 - Визначення меж встановлення ціни

№	Рівень цін на товари замітники	Рівень цін на товари аналоги	Рівень доходів цільової групи споживачів	Верхня та нижня межа встановлення ціни на товар послугу
	-	200-1300	3500 грн - ...	100-350

4.19 Формування системи збуту

Таблиця 4.18 - Формування системи збуту

№	Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати постачальник товару	Глибина каналу збуту	Оптимальна система збуту
1	Закупка методу отримання бактерицидних матеріалів лікарнями, біомедичними лабораторіями	Реклама, консультація покупців		Організація власної системи збуту для підприємств

4.20 Концепція маркетингових комунікацій

Таблиця 4.19 - Концепція маркетингових комунікацій

№	Специфіка поведінки цільових клієнтів	Канали комунікацій, якими користуються цільові клієнти	Ключові позиції обрані для позиціонування	Завдання рекламного повідомлення	Концепція рекламного звернення
	Активність	Інтернет, регулярні видання	А) Збереження навколишнього природного середовища Б) Економія певним підприємством чи установою	Звернути увагу на результати отримання бактерицидних матеріалів на основі наночастинок	«Порятунок світу близько»

Висновок до Розділу 4

1. Встановлено, що використання бактерицидних матеріалів для заміни антибіотиків є досить перспективним напрямком.
2. Отримані матеріали мають високу бактерицидну активність відносно бактерій *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* і *Escherichia coli* навіть після зберігання протягом 18 тижнів в звичайних умовах і після машинного прання.

ВИСНОВКИ

1. В ході експерименту швидким і економічним методом було досліджено бактерицидну бавовну, модифіковану біметалічними наночастинками Ag/Cu, та охарактеризовано методами оптичної спектроскопії, електропровідності (зменшується після змочування), СЕМ і полум'яної атомно-абсорбційної спектроскопії (кількісне визначення співвідношення Ag: Cu).

2. Встановлено, що отримані матеріали мають високу бактерицидну активність відносно бактерій *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* і *Escherichia coli* навіть після зберігання протягом 18 тижнів в звичайних умовах і після машинного прання.

3. Запропоновано отримані модифіковані матеріали зовнішньо застосовувати в медицині як одноразові (перев'язувальні матеріали), так і матеріали багаторазового використання (текстиль в лікарнях, військовий одяг тощо).

4. Створені зразки придатні для використання у сільському господарстві для препаратів захисту і росту рослин та тварин, в охороні довкілля та практичні дані отримані в ході досліджень можуть бути використані для подальшого вивчення та удосконалення винаходу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Marambio-Jones, C., Hoek, E. A review of the antibacterial effects of silver nanomaterials and potential implications for human health and the environment. (2010) *J Nanopart Res* 12(5): 1531-1551.
2. Lansdown, A.B. Silver in health care: antimicrobial effects and safety in use. (2006) *Current Probl Dermatol* 33:17-34.
3. Благитко Е.М., Бурмистров В.А., Колесников А.П. и др. Серебро в лекарственное средство. Новосибирск: Наука (2004). 254 р.
4. Глущенко Н.Н., Богословская О.А., Ольховская И.П. Сравнительная токсичность солей и наночастиц металлов и особенность их биологического действия // Нанотехнология – технология XXI века: тез. докл. М., 2006. С. 93-95. 8. Арсентьева И.П., Зотова Е.С., Фолманис Г.Э. и др. Аттестация и применение наночастиц металлов в качестве биологически активных препаратов // Нанотехника. Спец. выпуск «Нанотехнологии и медицине». 2007. № 2. (10). С. 72-77
5. Рахметова А.А. Изучение биологической активности наночастиц меди, различающихся по дисперсности и фазовому составу: автореф. дис канд. биол. наук. М., 2011. 25 с.
6. Ruparelia, J.P., Chatterijee, A.K., Duttagupta, S.P. et al. Strain specificity in antimicrobial activity of silver and copper nanoparticles. (2008) *Acta Biomater* 4(3): 707-716.
7. Усман М., Зовалаты М., Шамели К. и др. Синтез, характеристика, и антимикробные свойства наночастиц меди. (2013) *Int J Nanomed* 8: 4467-4479.
8. ГОСТ 1277-75. Реактивы. Серебро азотнокислое. Технические условия (с Изменением N 1)
9. ГОСТ 19347-2014 Купорос медный. Технические условия (с Поправкой)

- 10.Тайбес Г. Бактерии сопротивляются. (2008) Science 321(5887): 356–361
- 11.Eremenko, A.M., Petrik, I.S., Smirnova, N.P., et al. Antibacterial and Antimycotic Activity of Cotton Fabrics, Impregnated with Silver and Binary Silver/Copper Nanoparticles. (2016) Nanoscale Res Lett 11(1): 28.
- 12.Eremenko, A., Smirnova, N., Petrik, I., et al. A method for producing antibacterial material based on nanosized silver. (2015) US patent 101592.
- 13.Eremenko, A., Smirnova, N., Petrik, I., et al. A method for producing antibacterial material based on nanosized composite silver and ,copper. US patent 102532.
- 14.Huh, A., Kwon, Y. “Nanoantibiotics”: a new paradigm for treating infectious diseases using nanomaterials in the antibiotics resistant era. (2011) J Control Release 156(2):128-145
- 15.Esteban-Tejeda, L., Malpartida, F., Esteban-Cubillo, A., Pecharroman, C., et al. Antibacterial and antifungal activity of a soda-lime glass containing copper nanoparticles. (2009)
- 16.Nanotechnol 20(50): 505701.Minoshima, M., Lu, Y., Kimura, T., et al. Comparison of the antiviral effect of solid-state copper and silver compounds. (2016) J Hazard Mater (312): 1-7.
- 17.Khan, A.U., Wei, Y., Khan, Z.U.H., et al. Electrochemical and Antioxidant
- 18.Properties of Biogenic Silver Nanoparticles. (2015) Int J Electroche Sci 10(2015): 7905–7916.
- 19.Wasif, A.I., Landage, S.M., Dhuppe, P.U. Application of nanosilver on textiles synthesized using chemical reduction methods. (2014) Int J Adv Resear Engine Appl Sci 3(7): 45-53.

20. Pei, F., Wu, S., Wang, G., et al. Electronic and Optical Properties of Noble Metal Oxides M_2O ($M = Cu, Ag$ and Au): First-principles Study. (2009) *J Korean Physical Soc* 55(3): 1243-1249.
21. Smith, J.G., Jain, P. The combined kinetics of cysteine physisorption, chemisorption and self-assembly averaged over the entire nanoparticle. (2016) *Phys Chem Chem Phys* 18: 23990-23997.
22. Ren, G., Hu, D., Cheng, E.W., et al. Characterization of copper oxide nanoparticles for antimicrobial applications. (2009) *Int J Antimicrob Agents* 33(6): 587-590.
23. Ahmed, M., Iqbal, M., Tahir, N., et al. Solvent free Synthesis of $Cu(II)$ Cysteine Complexes. (2011) *World Appl Sci J* 14(2): 210-214.
24. Петрик І.С., Єременко А.М., Смирнова Н.П. та ін. Синтез і стабілізація наночастинок міді у водних розчинах і їх бактерицидна активність. (2014) *Chem Physics Technol Surface* 5(1): 74-81.
25. Shmarakov, I., Marchenko, M., Mukha, Y., et al. Cyto- and genotoxic influence of colloidal ag and au nanopreparations on primary cell cultures. (2010) *Biological Sys* 2(4): 13-20.
26. Шпак А. П., Куницкий Ю. А., Карбовский В. Л. Кластерные и наноструктурные материалы. Т. 1. — К.: Академперіодика, 2001. — 588 с.
27. Помогайло А. Д., Розенберг А. С., Уфлянд И. Е. Наночастицы металлов в полимерах. — М.: Химия, 2000. — 672 с.
28. Проблема резистентности (устойчивости) к антибиотикам. URL: <http://biofile.ru/bio/4271.html>. Загл. с экрана.
29. Шульгина Т.А., Норкин И.А., Пучиньян Д.М. Антибактериальное действие водных дисперсий наночастиц серебра на грамотрицательные микроорганизмы (на примере *Escherichia coli*) // *Фундаментальные исследования*. 2012. № 7 (ч. 2). С. 424-426. URL:

http://www.rae.ru/fs/?article_id=9999374&op=show_article§ion=content.

30. Арчаков А.И., Ипатова О.М., Медведева Н.В., Иванов Ю.Д., Дрожжин А.И. Нанобиотехнология и наномедицина // Биомедицинская химия. 2006. № 6. С. 529-546.
31. Maqsood Ahamed, Hisham A. Alhadlaq, M. A. Majeed Khan, Ponmurugan Karuppiah and Naif A. Al-Dhabi. Synthesis, Characterization, and Antimicrobial Activity of Copper Oxide Nanoparticles // Volume 2014 (2014). Article ID 637858. 4 p.
32. Jayesh P. Ruparelia, Arup Kumar Chatterjee, Siddhartha P. Duttagupta, Suparna Mukherji. Strain specificity in antimicrobial activity of silver and copper nanoparticles // Acta Biomaterialia. 2008. V. 4. Issue 3. P. 707-716.
33. Gunawan C., Teoh W.Y., Marquis C.P., Amal R. Cytotoxic origin of copper (II) oxide nanoparticles: comparative studies with micron-sized particles, leachate, and metal salts // ACS Nano. 2011. V. 5. P. 7214-7225.
34. Pramanik A., Laha D., Bhattacharya D., Pramanik P., Karmakar P. A novel study of antibacterial activity of copper iodide nanoparticle mediated by DNA and membrane damage // Colloids and Surfaces B: Biointerfaces. 2012. V. 96. P. 50-55.
35. Midander K., Wallinder I.O., Leygraf C. In vitro studies of copper release from powder particles in synthetic biological media // Environmental Pollution. 2007. V. 145. P. 51-59.
36. Giannousi K., Lafazanis K., Arvanitidis J., Pantazaki A., Dendrinou Samara C. Hydrothermal synthesis of copper based nanoparticles: antimicrobial screening and interaction with DNA // Journal of Inorganic Biochemistry. 2014. V. 133. P. 24-32.

37. Hostynek J.J., Maibach H.I. Copper hypersensitivity: dermatologic aspects-an overview // *Reviews on Environmental Health*. 2003. V. 18 (3). P. 153-183.
38. Borkow G., Gabbay J. Putting copper into action: copper-impregnated products with potent biocidal activities // *FASEB Journal*. 2004. V. 18. P. 1728-1730.
39. Тимофеев С.С. Окисление нанопорошков Al/AlN/Cu и Al/AlN/Zn водой для получения микробиологически активных сорбентов // Сборник научных трудов 10 Международной конференции студентов и молодых ученых «Перспективы развития фундаментальных наук». Россия, Томск, 23-26 апреля 2013 г. / Национальный Исследовательский Томский политехнический университет, 2013. URL: http://science-persp.tpu.ru/Previous%20Materials/Konf_2013.pdf. 1027 с.
40. Heliopoulos N.S., Papageorgiou S.K., Galeou A., Favvas E.P., Katsaros F.K., Stamatakis K. Effect of copper and copper alginate treatment on wool fabric. Study of textile and antibacterial properties // *Surface & Coatings Technology*. 2013. V. 235. P. 24-31.
41. Антимикробные агенты. Патент РФ 2446810. URL: <http://www.findpatent.ru/patent/244/2446810.html>. Загл. с экрана.
42. Teli MD, Sheikh J. Modified bamboo rayon-copper nanoparticle composites as antibacterial textiles // *International Journal biological macromolecules*. 2013. Oct. V. 61. P. 302-307.
43. Лопатько К.Г., Афтандиянц Е.Г., Зауличный Я.В., Карпец М.В. Получение и применение наночастиц содержащих медь и серебро // Труды института проблем материаловедения им. И.Н. Францевича. 2010. № 1. С. 232-243.
44. http://web.nioch.nsc.ru/nioch/templates/purity_iii/files/edu/docs/1_1_6_mamatyuk_slides.pdf23997.

Додаток А

хронічного отруєння алюмінієм.

На підставі отриманих експериментальних даних можна стверджувати, що додавання розчинних солей алюмінію у водне середовище спричинює виразний токсикологічний ефект на рибу, наслідки якого підтверджуються морфологічними і функціональними змінами в печінці, виявленими на клітинному рівні.

Линник П. Н., Жежеря В. А. 2010. «Содержание и формы миграции металлов в воде Запорожского водохранилища». *Гідробіологічний журнал НАН України, інститут гідробіології НАН України*. 46(4):97–116.

Sukhareenko E. V., Samoylova I. V., Nedzvetsky V. S. 2017. «Molecular mechanisms of aluminium ions neurotoxicity in brain cells of fish from various pelagic areas». *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 8(3), 461–466.

Bactericidal Cotton Fabrics Modified By Silver and Copper Nanoparticles

Stus H.M., Petrik I.S.

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, Pobedy avenue, 37, Kyiv, 03056

Chuiko Institute of Surface Chemistry of NAS of Ukraine, 17 General Naumov str, Kyiv 03164, Ukraine

Recently using of nanosized silver and copper particles as bactericides in the colloid state, on the silica or textile material surfaces is the subject of growing interest. Silver, as an antimicrobial agent, is capable to destroy the wide spectrum of antibiotic-resistance bacteria[1-3]. Copper in solid state and ionic form posses antimycotic and bactericide activity[4-6]. Modern understanding of the mechanism of inhibitory effect of silver on microorganisms is described with three basic processes: 1) the cell uptake of free silver ions, the interruption of ATP (adenosine triphosphate) production and DNA replication; 2) the formation of reactive oxygen species catalyzed by Ag ions and NPs; 3) direct destruction of the cell membrane by metal nanoparticles[7]. Besides copper and silver compounds demonstrate antiviral activity also[8]. Solid-state Cu O disrupts host cell recognition by denaturing protein structures on viral surfaces, leading to the inactivation of viruses. Silver ions and Ag O remarkably decreased enzymatic activity of influenza viral proteins. Now the actual problems in the development of new antibacterial materials based on metal NPs are the following: simplifying and making cheaper of nanosized metal particles synthesis; stabilization of easy-oxidized NPs; reducing of their toxic effect. Bactericidal textile is widely used in hospitals, as bandaging material and clothing. For today many industrial soft goods are made with content of silver NPs (napkins, socks, linen etc). The ability of fabric firmly hold of silver NPs on the surface is very important. However silver has the toxic action on living organisms (maximum allowable concentration is 50µg/L)[3]. A copper is also toxic in big amounts. The risks of negative influence on an organism are minimal at external application of NPs.

The introduction of Cu NPs in tissue to produce bactericidal agents is extremely promising also. There are known physical and chemical methods of modification of cotton and polymer materials requiring large inputs of energy, time and use of chemical reducing agents and stabilizers, long heating reaction mixtures, multi-stage drying and others[9,10]. Recently we reported effective and economical method of obtaining of the bactericidal bandage materials by impregnation of cotton fabric by aqueous solutions of silver and copper salts followed by a certain regime of heat treatment which can be implemented in the industry[11-13]. It does not require pretreatment of fabrics, the use of chemical reducing agents, stabilizing agents and subsequent cleaning procedures. High antimicrobial properties of obtained composites were confirmed in experiments with a wide range of multidrug-resistant bacteria *Escherichia coli*, *Enterobacter aerogenes*, *Proteus mirabilis*, *K. pneumoniae*, *S. aureus*, *Candida albicans* yeasts and micromycetes, and activity remained high throughout 6 months. At the same time, all samples of fabrics containing only copper did not show the expressed bactericidal activity in particular probably due to the formation of the oxide layer around the copper NPs.

In this paper we study the bactericidal activity of cotton textile modified with bimetallic Ag/Cu NPs in the wide range of silver and copper concentrations against a series of the microorganisms (*Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* and *Pseudomonas aeruginosa*) and examine the mobility of the nanoparticles within fabrics by measuring the electrical conductivity of obtained NP/tissue in the dry state and in a wet environment, as well as the quantitative ratio of Cu:Ag into the tissue structures using the flame atomic absorption spectroscopy method.

Experimental

To prepare the material modified with bimetallic nanoparticles Ag / Cu we used aqueous solutions of silver nitrate and copper sulfate in a molar ratio Ag: Cu = 1: 1 with the concentration of each of the salts in the range $0.0001 \div 0.1$ mol / L. Cotton fabric gauze with density 36 g / m^2 and aqueous solutions of silver and copper salts have been used to produce bactericidal textile materials by impregnation. Impregnation time was 30 min. After that, tissue squeezed out and ironed at $200 \div 220^\circ\text{C}$. Samples of tissue contained the ions of silver, copper and both ions $\text{Ag}^+ / \text{Cu}^{2+}$ were prepared for comparison and dried during 24 h at room temperature on a paper substrate.

To measure the electrical resistance of the modified tissues, we used portable professional multifunction digital multi-meter, HYELEC MS8229 (China). The electrode surface area was 1 mm^2 ; the distance between electrodes during measurements was 1 cm; the surface area of the fabric was $4, 5 \text{ cm}^2$.

For measuring of metal content within tissue by the method of flaming atom-absorption spectroscopy (FAAS) the samples of fabric modified with metal NPs were treated in 3M HNO₃ during twenty-four hours. The volume of the sample was 25 ml. Content of metals in the obtained solution was measured by the flame atomic absorption spectrometry without additional sample pretreatment. A Carl Zeiss Jena AAS-N1 spectrometer equipped with hollow cathode lamps for copper and silver was used throughout this work. The equipment was operated at the standard conditions recommended by the manufacturer (wavelength: 324.7 nm (Cu), 328.1 nm (Ag); lamp current 6.0 mA; spectral slit width 0.2 nm). The acetylene flow rate and the burner height were adjusted in order to obtain the maximum absorbance signal. Nebulizer flow rate was 3.0 mL min^{-1} . On the results of the measuring the content of metals on the unit of the area of fabric has been calculated.

The diffusion-reflectance spectra (DRS) of the fabrics with NPs were registered by means of spectrophotometer Perkin Elmer Lambda Bio UV-vis with the integrating sphere of Lab-sphere RSA – PR- 20 in the range of wave's 200 - 1000 nm.

Electron-microscopic images of obtained samples with metal NPs have been obtained at electron-scanning microscope FEI Inspect S.

The bactericidal properties of the samples were studied in the following way. In melted and cooled to 45°C meat - peptonic agar the suspension of test organisms containing 10^6 MK / ml was introduced and the mixture was poured into a Petri dish. Test tissue samples with size $2 \times 2 \text{ cm}$ were putted on the surface of agar. Pure tissue that does not contain antimicrobial components was considered as control. Cultivations of bacteria were placed in thermostat at 37°C . The account of the results was performed after 24 - 48 hours for the largest area of growth retardation (mm) microorganisms around the test sample. Experiments were repeated at least three times (subject to obtaining similar results). Antimicrobial activity against a number of pathogens has been defined as inhibition zone in mm.

Conclusion

Bactericide cotton modified with bimetallic Ag/Cu NPs is produced by fast and economical method and characterized with optical spectroscopy, electrical conductivity (increases dramatically after wetting), SEM and flame atomic absorption spectroscopy (quantification of the ratio of Ag:Cu) methods. The resulting materials have high bactericidal activity against the bacteria *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* and *Escherichia coli* even after storage for 18 weeks under normal conditions and after machine washing. This allows us to recommend them for external use in medicine as

disposable (wound dressings) and reusable materials (textiles in hospitals, military clothing etc).

References

- Taubes, G. The bacteria fight back. (2008) *Science* 321(5887): 356–361.
- Huh, A., Kwon, Y. "Nanoantibiotics": a new paradigm for treating infectious diseases using nanomaterials in the antibiotics resistant era. (2011) *J Control Release* 156(2): 128-145.
- Lansdown, A.B. Silver in health care: antimicrobial effects and safety in use. (2006) *Current Probl Dermatol* 33:17-34.
- Ruparelia, J.P., Chatterjee, A.K., Duttagupta, S.P. et al. Strain specificity in antimicrobial activity of silver and copper nanoparticles. (2008) *Acta Biomater* 4(3): 707-716.
- Esteban-Tejeda, L., Malpartida, F., Esteban-Cubillo, A., Pecharroman, C., et al. Antibacterial and antifungal activity of a soda-lime glass containing copper nanoparticles. (2009) *Nanotechnol* 20(50): 505701.
- Usman, M., Zowalaty, M., Shameli, K., et al. Synthesis, characterization, and antimicrobial properties of copper nanoparticles. (2013) *Int J Nanomed* 8: 4467-4479.
- Marambio-Jones, C., Hoek, E. A review of the antibacterial effects of silver nanomaterials and potential implications for human health and the environment. (2010) *J Nanopart Res* 12(5): 1531-1551.
- Minoshima, M., Lu, Y., Kimura, T., et al. Comparison of the antiviral effect of solid-state copper and silver compounds. (2016) *J Hazard Mater* (312): 1-7.
- Khan, A.U., Wei, Y., Khan, Z.U.H., et al. Electrochemical and Antioxidant Properties of Biogenic Silver Nanoparticles. (2015) *Int J Electrochem Sci* 10(2015): 7905–7916.
- Wasif, A.I., Landage, S.M., Dhuppe, P.U. Application of nanosilver on textiles synthesized using chemical reduction methods. (2014) *Int J Adv Res Eng Appl Sci* 3(7): 45-53.
- Eremenko, A.M., Petrik, I.S., Smirnova, N.P., et al. Antibacterial and Antimycotic Activity of Cotton Fabrics, Impregnated with Silver and Binary Silver/Copper Nanoparticles. (2016) *Nanoscale Res Lett* 11(1): 28.
- Eremenko, A., Smirnova, N., Petrik, I., et al. A method for producing antibacterial material based on nanosized silver. (2015) US patent 101592.

Трав'янисті фітоценози: особливості флуктуації у весняний період при різному трофічному навантаженні в острівній екосистемі

Дерев'янко М. П.

Запорізький національний університет, біологічний факультет, вул. Жуковського, 66,
м. Запоріжжя, Запорізька область, 69600
e-mail: ltqpb4400090@gmail.com

M. Derevyanko. Herbal phytocoenoses: features of fluctuations in the spring period with different trophic loading in the island ecosystem. The paper presents the results of long term research in phytocoenoses of the Azov coast. The research was conducted on the spit Biryuchyy island in 2015–2018, which is part of the Azovo-Syvas'kyi National Nature Park. The estimation of the family variety of phytocoenoses in different conditions is given: without influence, with periodic cutting and under the influence of ungulates.

Випас ратичних є невід'ємною умовою існування лучних і степових фітоценозів. Зв'язок між живленням ратичних та відновленням трав'янистої рослинності в природних екосистемах завжди був і залишається у центрі уваги різноманітних наукових досліджень (Абатуров, 2001). Стравлювання і витоптування травостою, зміна щільності поверхні ґрунту і внесення в нього екскрементів, кожен з цих факторів має певні наслідки, зазвичай вони корелюють, посилюючи і доповнюючи один одного. Саме така ситуація спостерігається на узбережжі Азовського моря на косі Бірючий острів, в зоні полинно-типчаково і полинно-житнякових степів. Коса площею 7200 га входить до складу Азово-Сиваського національного природного парку (АСНПП). У роботі ми дослідили флуктуаційні зміни трав'янистої рослинності на острові Бірючому, де чисельність оленя благородного за 2015 –

МІКОЛОГІЯ ТА ФІТОПАТОЛОГІЯ

MYCOLOGY AND PHYTOPATHOLOGY 173

Lepiota griseovirens Maire – новий для України вид з НПП «Гомільшанські ліси»,
(Харківський Лісостеп, Україна)

Гавриш П., Здвізова А., Прилутський О. 175

Перші знахідки *Utrechtiana constantinescui* (Melnik & Shabunin) Crous & Y. Marin в Україні

Гарбуз Д. І. 176

Кортикофільні міксоміцети Харківського Лісопарку, асоційовані з *Quercus robur* L.

Кочергіна А. В. 179

Psathyrella amarescens Arnolds – новий для України вид з НПП «Гомільшанські ліси»
(Харківський Лісостеп, Україна)

Лещенко Ю. С., Прилутський О. В. 181

Перші відомості про гриб *Pseudospiropes josserandii* (Bertault) Iturr. в Україні

Мешков Я. В. 184

Контролювання мікотоксинів у зерні пшениці озимої за різних систем землеробства

Шпірка Н., Рубан Ю., Павлов О., Шаванова К., Паренюк О., Ілленко В., Нестерова Н. ... 185

ЕКОЛОГІЯ

ECOLOGY 188

The study of the interaction of oppositely directed intergroup and intragroup selection (on the
example of Simpson's paradox) using simulation

Shabanov V. D. 190

Еколого-ценотичний склад флори суходільного луку в околицях с. Гайдари (Зміївський р-н,
Харківська обл.)

Біляев І. О., Бондаренко Г. М., Гарбуз Д. І., Сіра О. Є., Сударенко Ю. Д. 192

Вплив іонів алюмінію на морфологію гепатоцитів у чебачка амурського (*Pseudorasbora
parva*)

Валескальн А. О., Маренков О. М. 193

Bactericidal Cotton Fabrics Modified By Silver and Copper Nanoparticles

Stus H.M., Petrik I.S. 195

Трав'янисті фітоценози: особливості флуктуації у весняний період при різному трофічному
навантаженні в острівній екосистемі

Дерев'янко М. П. 197

Вплив факторів середовища на варіабельність структури і видового складу населення
гніздових птахів зелених зон Львова

Дубовик О. А. 199

Додаток Б

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка
Поліський державний університет, Білорусь
St. Cloud State University, Minnesota, United States

«СЬОГОДЕННЯ БІОЛОГІЧНОЇ НАУКИ»

МАТЕРІАЛИ
III Міжнародної наукової конференції

м. Суми,
15-16 листопада 2019 року

Стус Г.М. ДОСЛІДЖЕННЯ БАКТЕРИЦИДНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ НАНОЧАСТИНОК СРІБЛА ТА МІДІ.....	237
--	-----

Харитоненко А.І., Коренева І.М. ЗДОРОВ'ЯЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ПРОФІЛАКТИКА БІОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ В ОСВІТНЬОМУ ВИМІРІ.....	239
--	-----

Цвірінько І.Р., Круглик О.В. ОСОБЛИВОСТІ СТРУКТУРИ БІЛКА БЕНС-ДЖОНСА ТА ОБУМОВЛЕНІ НИМИ ДІАГНОСТИЧНІ ТА ДОСЛІДНИЦЬКІ МОЖЛИВОСТІ	240
--	-----

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА БІОЛОГІЯ. БІОМЕДИЦИНА. ФАРМАКОЛОГІЯ

Амінов Р.Ф., Фролов О.К. МОРФОЛОГІЧНІ ЗМІНИ СЕЛЕЗІНКИ ТА ТИМУСУ ЩУРІВ ЗА ВПЛИВУ ЕКСТРАКТУ З ТКАНИН МЕДИЧНОЇ П'ЯВКИ.....	242
--	-----

Buyun L., Tkachenko H., Kovalska L., Gyrenko O., Osadowski Z. THE ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF ETHANOLIC EXTRACT OBTAINED FROM LEAVES OF <i>COELOGYNE LAWRENCEANA</i> ROLFE (<i>ORCHIDACEAE</i>)	243
--	-----

Беззук Р.А., Иванова А.М. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БОТУЛИНИЧЕСКОГО ТОКСИНА В МЕДИЦИНЕ.....	248
---	-----

Гарбуз В.В., Новосад Н.В. АКТИВНІСТЬ МІЄЛОПЕРОКСИДАЗИ ТА РІВЕНЬ КАТІОННИХ БІЛКІВ У ХВОРИХ НА ГОСТРИЙ ПАНКРЕАТИТ	250
--	-----

Горлакова О.О., Юрченко Н.П., Несіна І.П. β-КАТЕНІН ЯК МОЛЕКУЛЯРНИЙ МАРКЕР МІЖКЛІТИННОЇ АДГЕЗІЇ В КЛІТИНАХ КАРЦИНОМИ ЕНДОМЕТРІЮ	252
--	-----

Горчиця А.О. ГЕМАТОЛОГІЧНІ ТА БІОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПЕРИФЕРИЧНОЇ КРОВІ У ЛЮДЕЙ ІЗ ВАРИКОЗНОЮ ХВОРОБОЮ ВЕН НИЖНІХ КІНЦІВОК.....	255
--	-----

Литвиненко Р.О. ІНФОРМАТИВНІСТЬ ГЕМАТОЛОГІЧНИХ ЛЕЙКОЦИТАРНИХ ІНДЕКСІВ У ЛАБОРАТОРНИХ ЩУРІВ ПРИ МОДЕЛЮВАННІ ГОСТРОГО ІНФЕКЦІЙНОГО ПРОЦЕСУ	257
--	-----

Nesterenko I.V. INFLUENCE OF HEPATOPROTECTORS ON INDICES OF CELL-MEDIATED IMMUNITY OF PATIENTS WITH LIVER PATHOLOGY	260
--	-----

Рудик А.В., Бумейстер В.І., Гринцова Н.Б. МЕХАНІЗМ МОДЕЛЮВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО СТРЕПТОЗОТОЦИНОВОГО ЦУКРОВОГО ДІАБЕТУ У ЛАБОРАТОРНИХ ТВАРИН: ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ.....	262
--	-----

Стус Г.М. ДОСЛІДЖЕННЯ БАКТЕРИЦИДНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ НАНОЧАСТИНОК СРІБЛА ТА МІДІ.....	237
--	-----

Харитоненко А.І., Коренева І.М. ЗДОРОВ'ЯЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ПРОФІЛАКТИКА БІОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ В ОСВІТНЬОМУ ВИМІРІ.....	239
--	-----

Цвірінько І.Р., Круглик О.В. ОСОБЛИВОСТІ СТРУКТУРИ БІЛКА БЕНС-ДЖОНСА ТА ОБУМОВЛЕНІ НИМИ ДІАГНОСТИЧНІ ТА ДОСЛІДНИЦЬКІ МОЖЛИВОСТІ	240
--	-----

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА БІОЛОГІЯ. БІОМЕДИЦИНА. ФАРМАКОЛОГІЯ

Амінов Р.Ф., Фролов О.К. МОРФОЛОГІЧНІ ЗМІНИ СЕЛЕЗІНКИ ТА ТИМУСУ ЩУРІВ ЗА ВПЛИВУ ЕКСТРАКТУ З ТКАНИН МЕДИЧНОЇ П'ЯВКИ.....	242
--	-----

Buyun L., Tkachenko H., Kovalska L., Gyrenko O., Osadowski Z. THE ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF ETHANOLIC EXTRACT OBTAINED FROM LEAVES OF <i>COELOGYNE LAWRENCEANA</i> ROLFE (<i>ORCHIDACEAE</i>)	243
--	-----

Беззук Р.А., Иванова А.М. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БОТУЛИНИЧЕСКОГО ТОКСИНА В МЕДИЦИНЕ.....	248
---	-----

Гарбуз В.В., Новосад Н.В. АКТИВНІСТЬ МІЄЛОПЕРОКСИДАЗИ ТА РІВЕНЬ КАТІОННИХ БІЛКІВ У ХВОРИХ НА ГОСТРИЙ ПАНКРЕАТИТ	250
--	-----

Горлакова О.О., Юрченко Н.П., Несіна І.П. β-КАТЕНІН ЯК МОЛЕКУЛЯРНИЙ МАРКЕР МІЖКЛІТИННОЇ АДГЕЗІЇ В КЛІТИНАХ КАРЦИНОМИ ЕНДОМЕТРІЮ	252
--	-----

Горчиця А.О. ГЕМАТОЛОГІЧНІ ТА БІОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПЕРИФЕРИЧНОЇ КРОВІ У ЛЮДЕЙ ІЗ ВАРИКОЗНОЮ ХВОРОБОЮ ВЕН НИЖНІХ КІНЦІВОК.....	255
--	-----

Литвиненко Р.О. ІНФОРМАТИВНІСТЬ ГЕМАТОЛОГІЧНИХ ЛЕЙКОЦИТАРНИХ ІНДЕКСІВ У ЛАБОРАТОРНИХ ЩУРІВ ПРИ МОДЕЛЮВАННІ ГОСТРОГО ІНФЕКЦІЙНОГО ПРОЦЕСУ	257
--	-----

Nesterenko I.V. INFLUENCE OF HEPATOPROTECTORS ON INDICES OF CELL-MEDIATED IMMUNITY OF PATIENTS WITH LIVER PATHOLOGY	260
--	-----

Рудик А.В., Бумейстер В.І., Гринцова Н.Б. МЕХАНІЗМ МОДЕЛЮВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО СТРЕПТОЗОТОЦИНОВОГО ЦУКРОВОГО ДІАБЕТУ У ЛАБОРАТОРНИХ ТВАРИН: ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ.....	262
--	-----

absolute increase of lymphocytes in 10 % as compared to control.

In twenty-four hours after flight reliable reduction of absolute amount of lymphocytes is traced in peripheral blood of volunteers of the second group in 15 % compared to a control group. So the absolute amount of T-lymphocytes (CD3) in an experiment group from the time after the flight increased in 12% as compared to control group. The absolute amount of T-helper/inducers (CD4) right after the flight in the experiment group increased in 9% as compared to control group. The absolute amount of T-suppressors/cytotoxic (CD8) in volunteers of the second group right after the flight increased in 28% in comparison with control group.

Lymphocytes with membrane marker CD19 (B-lymphocytes) in volunteers of the second group right after the flight are characterized by a tendency to increase both absolute and relative indexes as compared to control data.

In twenty-four hours after flight reliable reduction of absolute amount of lymphocytes with membrane marker CD3 (T-lymphocytes) has reliably decreased as compared to control indexes in particular in 14%. The absolute amount of lymphocytes with membrane marker CD4 in twenty-four hours after flight has reliably decreased in 13% as compared to control indexes. The lymphocytes with membrane marker CD8 in twenty-four hours after the flight were characterized by a reliably decrease in the absolute amount as compared to control indexes in 17%.

Subpopulation of lymphocytes with membrane marker CD19 in twenty-four hours after the flight did not undergo reliably changes. Concentration of class A, M, G immunoglobulins right after the flight and within twenty-four hours after the flight did not change.

In twenty-four hours after the flight all the parameters of the nonspecific and cellular links of system immunity were characterized by a general decreasing in absolute indexes and the relative indexes were stable, indicating the functional strain of the researched links.

Thus, protective functions of heterospecific and cellular link of systemic immunity are diminished under influence of geochronoclimatic factors.

ДОСЛІДЖЕННЯ БАКТЕРИЦИДНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ НАНОЧАСТИНОК СРІБЛА ТА МІДІ

Стус Г.М.

*Національний університет України «Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»*

Кожного року більшої актуальності набуває проблема виникнення і розповсюдження стійкості до антибіотиків значної кількості мікроорганізмів. Незважаючи на швидкий прогрес у створенні лікарських препаратів і розвитку фармацевтичних технологій, інфекційні захворювання, викликані бактеріями, продовжують залишатися однією з найбільших проблем охорони здоров'я в усьому світі, вражаючи мільйони людей щорічно.

Але якщо у сфері охорони здоров'я вже давно розглядається актуальність питання антибіотикорезистентності, то що стосується охорони навколишнього середовища лише в останні роки почала приділятися увага більш детальному вивченню і дослідженню стійкості мікроорганізмів до антибіотиків. В даний час велика увага приділяється питанням виникнення і розповсюдження стійкості до

антибіотиків у місцях проживання, асоційованих з сільськогосподарською або промисловою діяльністю людини, зважаючи на багато практично важливих аспектів цієї проблеми, включаючи і безпеку харчових продуктів. У різних країнах проводяться широке дослідження, присвячене виявленню стійкості до антибіотиків в організмі сільськогосподарських тварин і птахів, а також і в продуктах харчування, одержуваних на сільськогосподарських фермах, де використовуються антибіотики. Також багаторазово відзначений зв'язок між застосуванням антибіотиків для лікування сільськогосподарських тварин і птахів або поліпшення їх кондицій і виявленням стійких мікроорганізмів в організмі тварин і птахів, і в харчовій продукції.

Застосування антибіотиків в сільському господарстві змінює склад і функціональні властивості мікрофлори в природних місцях проживання (ґрунт, підземні води) в сторону збільшення антибіотикорезистентності мікробного співтовариства.

Майже всі мікроорганізми здатні протистояти фармакотерапевтичним втручанням завдяки швидкій еволюції генетичних механізмів, що веде до формування резистентності та викликає необхідність перегляду стратегії й тактики застосування антибіотиків.

Тому метою даної роботи було вивчення бактерицидних властивостей срібла та міді, дослідження способів синтезу наночастинок та розробка ефективної технології стабілізації наночастинок срібла і міді з отримання при цьому бактерицидних матеріалів.

Для досягнення даної мети необхідно вирішити такі наукові задачі:

- вивчити бактерицидні властивості срібла та міді;
- визначити метод синтезу наночастинок срібла та міді;
- дослідити процес стабілізації наночастинок на бавовняному матеріалі.

У цій роботі ми аналізуємо експериментальні дані щодо одержання антибактеріальних і протигрибкових ефектів НЧ срібла з метою визначення, принаймні частково, їхнього місця серед інших препаратів срібла та перспективності розвитку цих частинок як антисептичних засобів майбутнього.

На сучасному етапі змінилися вимоги не тільки до антибіотиків, а й до антисептичних препаратів, які мають бути потужними, тривало діючими, активними проти резистентних штамів мікроорганізмів і при цьому не порушувати мікробіоценоз шкіри, особливо стабільність резидентної популяції мікробів.

Нові нетрадиційні рішення потрібні для подолання таких проблем. У цьому зв'язку інтерес викликають розробки на основі нанотехнологій. Як відомо, фізико-хімічні та біологічні властивості наночастинок відрізняються від їхніх макроаналогів за рахунок збільшення хімічного потенціалу, великої питомої поверхні та, як наслідок, високої проникаючої здатності та адсорбційної активності. Така модифікація властивостей забезпечує високий ушкоджуючий ефект НЧ тих речовин, які в звичайному стані мають антимікробну активність, причому виразність протимікробних ефектів залежить від технології синтезу частинок, їхнього розміру, хімічної природи покриття, стабільності отриманих систем, виду мікроорганізму тощо.

Серед перспективних засобів на ринку нових протимікробних агентів, пов'язаних із нанотехнологіями, одну з перших позицій посідають НЧ срібла, які мають широкий діапазон антибактеріальної, противірусної та протипаразитарної активності за досить рентабельних процесів синтезу.

Наносрібло інтенсивно вивчається в усьому світі, тим не менш, багато важливих питань щодо цих НЧ залишаються відкритими. До них належать молекулярні механізми, що регулюють взаємодію з мікробною клітиною, фізико-хімічні параметри, які лежать в основі їхньої токсичності для прокаріотів, відсутність стандартизованих методів і матеріалів для промислового одержання, а також невизначеність у загальній стратегії розвитку та застосування антибактеріальних препаратів на основі НЧ срібла.

1. В ході експерименту швидким і економічним методом було досліджено бактерицидну бавовну, модифіковану біметалічними наночастинками Ag/Cu, та охарактеризовано методами оптичної спектроскопії, електропровідності (зменшується після змочування), СЕМ і полум'яної атомно-абсорбційної спектроскопії (кількісне визначення співвідношення Ag: Cu).

2. Встановлено, що отримані матеріали мають високу бактерицидну активність відносно бактерій *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* і *Escherichia coli* навіть після зберігання протягом 18 тижнів в звичайних умовах і після машинного прання.

3. Запропоновано отримані модифіковані матеріали зовнішньо застосовувати в медицині як одноразові (перев'язувальні матеріали), так і матеріали багаторазового використання (текстиль в лікарнях, військовий одяг тощо).

Список використаних джерел:

1. Maramba-Jones, C., Hoek, E. A review of the antibacterial effects of silver nanomaterials and potential implications for human health and the environment. (2010) *J Nanopart Res* 12(5): 1531-1551.

2. Lansdown, A.B. Silver in health care: antimicrobial effects and safety in use. (2006) *Current Probl Dermatol* 33:17-34.

3. Благитко Е.М., Бурмистров В.А., Колесников А.П. и др. Серебро в лекарственное средство. Новосибирск: Наука (2004). 254 р.

4. Глуценко Н.Н., Богословская О.А., Ольховская И.П. Сравнительная токсичность солей и наночастиц металлов и особенность их биологического действия // *Нанотехнология – технология XXI века: тез. докл. М., 2006. С. 93-95. 8. Арсентьева И.П., Зотова Е.С., Фолманис Г.Э. и др. Аттестация и применение наночастиц металлов в качестве биологически активных препаратов // *Нанотехника. Спец. выпуск «Нанотехнологии в медицине».* 2007. № 2. (10). С. 72-77*

5. Рахметова А.А. Изучение биологической активности наночастиц меди, различающихся по дисперсности и фазовому составу: автореф. дис канд. биол. наук. М., 2011. 25 с.

ЗДОРОВ'ЯЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ПРОФІЛАКТИКА БІОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ В ОСВІТНЬОМУ ВИМІРІ

Харитоненко А.І., Коренева І.М.

Глухівський національний педагогічний університет імені Олександра Довженка

Освітні технології, орієнтовані на формування підходу до збереження здоров'я, активної громадянської позиції щодо захисту й поліпшення навколишнього середовища є актуальним у профілактичному та попереджувальному контексті.